



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN RECURSOS ACUÁTICOS
CIRA / UNAN - MANAGUA**



MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Trabajo de Tesis
para optar al grado de
Master en Ciencias del Agua

**Estudio de la microcuenca y diseño de Plan de Acción Participativo para
potenciar la disponibilidad y calidad de agua en la comunidad de Colonia
Roque, municipio de Tipitapa. Departamento de Managua. 2002.**

Autora: Lic. Mayra Esther Altamirano C.
Director de Tesis: Lic. Ramón Ernesto García G.
Asesores: MSp María Helena Vargas
Ing. Xiomara Arguello
MSc. Marcelino Losilla

Red Centroamericana de Manejo de Recursos Hídricos

Managua, Septiembre de 2007

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN RECURSOS ACUÁTICOS
CIRA / UNAN - MANAGUA
RED CENTROAMERICANA DE MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS**



MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA

Trabajo de Tesis
para optar al grado de
Master en Ciencias del Agua

**Estudio de la microcuenca y diseño de Plan de Acción Participativo para
potenciar la disponibilidad y calidad de agua en la comunidad de Colonia
Roque, municipio de Tipitapa. Departamento de Managua. 2002.**

Autora:	Lic. Mayra Esther Altamirano C.
Director de Tesis:	Lic. Ramón Ernesto García G.
Asesores:	MSp María Helena Vargas Ing. Xiomara Arguello MSc. Marcelino Losilla

Managua, Septiembre del 2007

Hoja de Aprobación del D. de T para PG-5

*"Hay que buscar la verdad y no la razón de las cosas
la verdad se busca con humildad,
Jamás desesperes, aún estando en las más sombrías
Aflicciones,
de las nubes negras cae agua limpia y fecundante."*

Miguel de Unamuno

DEDICATORIA

A los comunitarios de Colonia Roque por su participación activa y decidida en las diferentes tareas realizadas para llevar a cabo este estudio, mis mejores deseos en la gestión, ejecución y desarrollo de su Plan de Acción por una Colonia Roque con más y mejor agua.

Muy especialmente a mi querido esposo Freddy y mis adoradas hijas Yelitza, Mayito y Frida, quienes han llenado de amor mi vida.

Con todo mi amor a mi Fredito, mi ángel de luz y esperanza, tu cariño y tu ternura siempre vivirán en mi corazón y en mi mente.

A mis herman@s Klemen Lorena, Jamnyce, Erick e Itzel, sobrin@s y cuñad@s por su cariño e invaluable apoyo en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis compañer@s de Maestría por haber compartido experiencias, conocimientos y sentimientos de alegrías, tristezas, aventuras y sinsabores, lo que nos permitió cultivar una amistad para toda la vida.

AGRADECIMIENTO

- Mi gratitud y respeto a mis tutores Lic. Ramón Ernesto García Galán y MSp Maria Elena Vargas, por su dirección y sugerencias en este Proyecto de Graduación, gracias por su apoyo y comprensión.
- Un sincero agradecimiento a todo el personal del CIRA-UNAN, Al Director Dr. Salvador Montenegro, Sub directora y Coordinadora de la Maestría Dra. Katerim Vammen, a los profesores, personal de laboratorio y personal de apoyo, por haber sido el soporte técnico y profesional que le confirió calidad a la realización de este proyecto.
- Un merecido y especial agradecimiento a la Red CARA a su gerente Dr David Bethune por su compromiso y disposición de imprimirle eficiencia a la misión trazada de sacar adelante este proyecto de Maestría. Al Gobierno Canadiense por el financiamiento otorgado. A los docentes de la Universidad de Calgary, Waterloo y Costa Rica, especialmente a la Dra. Cathy Ryan, Dra. Susan Smith, MSc. M. Losilla y MSc.C. Agudelo.
- Un significativo reconocimiento a los líderes comunitarios de Colonia Roque por su participación activa, sus aportes, experiencias, disponibilidad en el trabajo de campo y emprender con audacia y compromiso la gestión de sus proyectos, especialmente a Don Agustín Mejía, a la Profesora Yolanda Madrigal, a Nelly Laguna, Don Justo Madrigal, Javier Gómez, Don Porfirio Orozco, Pedro Orozco, Don Carlos Moreno, Margarita Téllez, Don Róger Ordóñez, Ricardo Pérez, y todos aquellos que directa o indirectamente estuvieron involucrados en este estudio.
- A las Autoridades Universitarias de la UNAN-Managua. Al Decano de la Fac. de Ciencias Msc. Hugo Gutiérrez, a mis jefas de Departamento Msc. Guillermina Alaniz y Msc. Ruth Aguirre.

- Un especial agradecimiento a mi amiga y compañera MSc. Juanita Ruiz, por sus palabras de aliento, lectura y aportes en los resultados de Geología e Hidrogeología.
- Un sincero reconocimiento a la Ingeniera Xiomara Arguello de COSUDE y al Ingeniero Jairo Cruz, de ENACAL, por su asesoría y preocupación en introducirme en el conocimiento del sector Agua y Saneamiento en Nicaragua.
- Un reconocimiento a la Msc. Martha Espinoza por su asesoría y enseñanzas en el campo de la Hidrogeología.
- De manera muy especial al colectivo docente de la Escuela de Biología especialmente a mis compañeras de trabajo: Thelma, Anita, Eva María y Maritza, por sus palabras de aliento, su comprensión y apoyo.
- Mi agradecimiento a los Autores del Manual de campo para proyectos de agua “Trabajando Juntos” Natasha Cassinath, Ramón Ernesto García, María Elena Vargas, David Bethune, Jason McCullough entre otros, por haberme permitido validar el Manual con esta experiencia participativa.
- A la Alcaldía Municipal de Tipitapa, especialmente al Promotor comunal Lic. Dennis Putoy, al delegado de ENACAL Ing. Allan Barrera, a la Dra. Lesbia Acevedo del MINSA y de COMPALCIDH Lic. Eduardo Gámez, gracias por la valiosa información brindada para este estudio y su participación en la revisión del Manual.

A todas aquellas personas que han contribuido en mi formación y desarrollo profesional, mi eterno agradecimiento por brindarme la oportunidad de alcanzar esta meta.

INDICE GENERAL

Hoja de aprobación	ii
Pensamiento	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v

INDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE CUADROS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIV
ABREVIACIONES	XV
RESUMEN	XVI

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	3
1.2	ANTECEDENTES.....	5
1.3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.4	JUSTIFICACIÓN:.....	9
1.5	OBJETIVOS:.....	11
1.6	HIPÓTESIS:.....	12
II.	MARCO TEORICO.....	13
2.1	GESTIÓN Y MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS.....	14
2.1.1	CUENCA HIDROGRÁFICA.....	14
2.1.2	CUENCA HIDROLÓGICA.....	14
2.2	GEOLOGIA.....	16
2.2.1	PROVINCIA DE LA DEPRESIÓN NICARAGÜENSE.....	16
2.2.2	GEOLOGÍA REGIONAL.....	17
2.2.3	GEOLOGÍA LOCAL.....	18
2.3	GEOMORFOLOGÍA.....	19
2.4	AGUAS SUPERFICIALES.....	21

2.4.1	MICROCUENCA HIDROGRÁFICA DE COLONIA ROQUE.....	21
2.5	SUELO.....	22
2.5.1	TIPOS DE SUELOS.....	23
2.5.2	USO POTENCIAL DE SUELO.....	23
2.6	HIDROGEOLOGIA.....	26
2.6.1	BALANCE HÍDRICO DE SUELO.....	26
2.7	CALIDAD DE AGUA.....	30
2.7.1	NORMAS INTERNACIONALES DE CALIDAD DE AGUA.....	30
2.7.2	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA	31
2.7.3	CONTAMINACIÓN POR PLAGUICIDAS EN AGUA.....	31
2.7.4	METALES PESADOS.....	31
2.7.5	CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DEL AGUA.....	32
2.8	VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA.....	33
2.8.1	MÉTODO ECONOMÉTRICO DE VALORACIÓN CONTINGENTE.....	35
2.9	DIAGNOSTICO PARTICIPATIVO.....	36
2.9.1	LA PARTICIPACIÓN COMUNITARIA.....	37
2.10	CICLO DE PROYECTO DE AGUA Y SANEAMIENTO.....	38
2.11	MANUAL PARA PROYECTOS DE AGUA.....	40
2.12	PLAN DE ACCIÓN PARTICIPATIVA.....	40
III.	DISEÑO METODOLOGICO.....	41
3.1	TIPO DE ESTUDIO:.....	41
3.2	UNIVERSO DE ESTUDIO:.....	42
3.3	POBLACIÓN.....	42
3.4	MUESTRA DE ESTUDIO:.....	42
3.5	VARIABLES DE ESTUDIO:.....	42
3.6	MÉTODOS APLICADOS EN EL ESTUDIO.....	43
3.7	INSTRUMENTOS Y EQUIPOS PARA LA COLECTA DE LOS DATOS:.....	44
3.8	PROCEDIMIENTOS PARA LA MEDICIÓN DE VARIABLES:.....	45
3.9	EVALUACION DEL ACTUAL SISTEMA DE AGUA:.....	50
3.10	CALIDAD DE AGUA:.....	51
3.11	CARACTERIZACION DEL EMPLAZAMIENTO AMBIENTAL:.....	52
3.12	VALORACION DE LA SITUACION DE SANEAMIENTO:.....	52
3.13	FLORA Y FAUNA:.....	52
IV.	RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	53
4.	DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO.....	53

4.1	ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	53
4.1.1	ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....	53
4.1.2	SITUACIÓN EDUCATIVA.....	55
4.1.3	SITUACIÓN DE SALUD.....	57
4.1.4	SERVICIOS BÁSICOS E INFRAESTRUCTURAS.....	59
4.1.5	CULTURA Y TRADICIONES.....	63
4.1.6	ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	64
4.1.7	INSTITUCIONES, ORGANIZACIONES Y PROGRAMAS SOCIALES DE APOYO..	66
4.1.8	RELACIONES DE GÉNERO.....	68
4.1.9	COSTO DEL AGUA.....	68
	CARACTERIZACION BIOFISICAS DE LA MICROCUENCA.....	70
4.2	HIDROMETEREOLOGÍA.....	70
4.2.1	CLIMA.....	70
4.2.2	PRECIPITACIÓN.....	71
4.2.3	TEMPERATURA.....	72
4.2.4.	HUMEDAD RELATIVA.....	73
4.2.5	EVAPORACIÓN.....	74
4.2.6	INSOLACIÓN Y NUBOSIDAD.....	76
4.3	GEOLOGÍA.....	77
4.3.1	GEOLOGÍA LOCAL.....	77
4.3.2	LITOESTRATIGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	80
4.3.3	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	81
4.4	SUELOS.....	83
4.4.1	USO HISTÓRICO DEL SUELOS.....	83
4.4.2	USO ACTUAL DE SUELO.....	83
4.5	HIDROGEOLOGIA.....	87
4.5.1	MEDIO HIDROGEOLÓGICO.....	87
4.5.2	PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL ACUÍFERO.....	90
4.5.3	BALANCE HÍDRICO DE SUELO.....	92
4.5.4	CÁLCULO DE LA RECARGA.....	99
4.5.5	DESCARGA.....	102
4.5.6	DISPONIBILIDAD DEL ACUÍFERO.....	106
4.5.7	DEMANDA DE AGUA POTABLE DE LA COM. DE COLONIA ROQUE	107
4.5.8	MONITOREO DEL NIVEL DE AGUA SUBTERRÁNEA.....	109
4.5.9	LINEAS EQUIPOTENCIALES Y DIRECCIÓN DEL FLUJO.....	110

4.5.10	MODELOS CONCEPTUAL DEL ACUIFERO DE COLONIA ROQUE:	113
4.6	CALIDAD DE AGUA:	115
4.6.1	PARÁMETROS DE CAMPO:	115
4.6.2	ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO:	116
4.6.3	METALES PESADOS: ARSÉNICO:	120
4.6.4	COMPARACIÓN DE RESULTADOS HISTÓRICOS Y ACTUALES DE LA MICROCUENCA:	121
4.6.5	CONTAMINACIÓN POR AGROQUÍMICOS:	122
4.6.6	ESTUDIO BACTERIOLÓGICO EN POZOS COMUNITARIOS:	124
4.6.7	ESTUDIO LIMNOLÓGICO EN CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES:	132
4.7	FLORA Y FAUNA DE LA MICROCUENCA:	144
4.8	VALIDACIÓN DEL MANUAL PARA PROYECTOS DE AGUA	157
V.	PLAN DE ACCION PARTICIPATIVO:	153
5.1	PROCESO DE ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO:	153
5.2	IMPORTANCIA DEL PLAN DE ACCIÓN:	155
5.3	VISIÓN DE FUTURO:	156
5.4	OBJETIVO GENERAL DEL PLAN DE ACCIÓN:	156
5.5	ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN:	158
5.6	EVALUACIÓN, CONTROL, Y SEGUIMIENTO DEL PLAN DE ACCIÓN:	159
5.7	MEDIOS DE VERIFICACIÓN:	160
VI.	CONCLUSIONES:	167
VII.	RECOMENDACIONES:	169
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:	172
IX.	ANEXOS:	176

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1	Litoestratigrafía del Área.....	18
Cuadro 2.2	Potencial de Utilización de la Tierra.....	24
Cuadro 4.1	Enfermedades más comunes / Grupos afectados.....	57
Cuadro 4.2	Uso de Plantas Medicinales.....	58
Cuadro 4.3	Materiales de Construcción de las Viviendas.....	62
Cuadro 4.4	Tipo de Piso por Vivienda.....	62
Cuadro 4.5	Grupos Organizados de la Comunidad Colonia Roque.....	67
Cuadro 4.6	Comportamiento de la Evaporación Media.....	74
Cuadro 4.7	Parámetros Hidráulicos del Acuífero.....	91
Cuadro 4.8	Zonas seleccionadas para la estimación de la Recarga por Infiltración.....	93
Cuadro 4.9	Valores de Capacidad de Infiltración Básica.....	95
Cuadro 4.10	Valores de Precipitación Efectiva.....	96
Cuadro 4.11	Valores de las Propiedades físicas de los suelos de la Microcuenca.....	97
Cuadro 4.12	Evapotranspiración media mensual de la zona de estudio.....	98
Cuadro 4.13	Recarga al Acuífero de la Microcuenca.....	101
Cuadro 4.14	Inventario de Fuentes de agua.....	103
Cuadro 4.15	Explotación del agua subterránea de acuerdo al uso.....	104
Cuadro 4.16	Proyección de la Demanda de Agua.....	108
Cuadro 4.17	Resultados de los Análisis Físicos-Químicos, Histórico.....	121
Cuadro 4.18	Resultados de los Análisis Físicos-Químicos muestreo 2002.....	121
Cuadro 5.1	Matriz de Plan de Acción.....	161

INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1.1	Mapa de Ubicación del Área de Estudio.....	4
Figura No. 2.1	Mapa del Relieve del Área de Estudio.....	20
Figura No. 2.2	Mapa de Uso Potencial de los Suelos.....	25
Figura No. 2.3	Mapa del Acuífero Tipitapa – Malacatoya.....	29
Figura No. 4.1	Mapa Geológico de la Microcuenca de Colonia Roque.....	79
Figura No. 4.2	Litoestratigrafía de las formaciones geológicas de la microcuenca.....	80
Figura No. 4.3	Mapa de Uso Actual de Suelo.....	85
Figura No. 4.4	Perfil Hidrogeológico Transversal A – A'.....	88
Figura No.4.5	Perfil Hidrogeológico Transversal B –B'.....	89
Figura No. 4.6	Mapa de Zonificación y de Ubicación de Pruebas de Infiltración.....	94
Figura No. 4.7	Mapa de Inventario de Fuentes de agua.....	105
Figura No. 4.8	Mapa de Isofreáticas y dirección del flujo	112
Figura No. 4.9	Diagrama de Piper, Hidroquímica del agua C. R.....	117

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO No. 2.1	El Proceso de la participación comunitario es un Ciclo....	37
GRAFICO No. 3.1	Tipo de Investigación Acción Participativa.....	41
GRAFICO No. 4.1	Clasificación de la población por grupos Etareos.....	54
GRAFICO No. 4.2	Distribución por grados y números de alumnos.....	56
GRAFICO No. 4.3	Disposición a Pagar (DAP) mensualmente/servicio de agua..	69
GRAFICO No. 4.4	Mecanismo de Pago mensual por el servicio de agua.....	69
GRAFICO No. 4.5	Precipitación Media Mensual.....	71
GRAFICO No. 4.6	Temperatura Media Mensual.....	72
GRAFICO No. 4.7	Humedad Relativa Mensual.....	73
GRAFICO No. 4.8	Evaporación Media Mensual.....	75
GRAFICO No. 4.9	Uso actual del suelo.....	86
GRAFICO No. 4.10	Relación de Parámetros hidrometeorológicos Zona I y II... ..	99
GRAFICO No. 4.11	Relación de Parámetros físico-químico de Agua Subterránea..	118
GRAFICO No. 4.12	Presencia de Triazinas en pozos de consumo humano.....	124
GRAFICO No. 4.13	Presencia bacteriana en pozos en época seca.....	125
GRAFICO No. 4.14	Contaminación bacteriana en pozos en época seca.....	126
GRAFICO No. 4.15	Indicación de contaminación bacteriana en pozos comunales en época lluviosa.....	127
GRAFICO No. 4.16	Presencia de bacterias en la Laguna de Colonia Roque.....	129
GRAFICO No. 4.17	Concentración bacteriana en el Efluente de Pollo Real.....	131
GRAFICO No. 4.18	Diversidad del Fitoplancton en la Laguna	132
GRAFICO No. 4.19	Diversidad poblacional del Fitoplancton en el Efluente.....	133
GRAFICO No. 4.20	Densidad poblacional del Fitoplancton en la Laguna de C.R. y en el Efluente de Pollo Real en la Estación seca.....	135
GRAFICO No. 4.21	Biomasa peso húmedo en el Efluente de Pollo Real.....	137
GRAFICO No. 4.22	Densidad poblacional de Grupos Taxonómicos del Zooplancton..	139
GRAFICO No. 4.23	Presencia de organismos zooplanctónicos en la Laguna.....	140
GRAFICO No. 4.24	Diversidad poblacional de organismos del Bento en la Laguna de Colonia Roque.....	142

INDICE DE ANEXOS

Anexo No. 1	Ciclo de Proyecto de Agua y Saneamiento
Anexo No. 2	Registros Parámetros Meteorológicos
Anexo No. 3	Acta No. 1 Reunión Líderes comunitarios, Alcaldía y Maestría.
Anexo No. 4a	Taller a Líderes comunitarios
Anexo No. 4b	Taller para la Elaboración del Diagnóstico
Anexo No. 4c	Informe de Resultados de Taller Participativo
Anexo No. 4d	Encuesta a líderes comunitarios
Anexo No. 5a	Inventario de Fuentes de Agua para consumo humano
Anexo No. 5b	Tabla-Resultados Inventario de fuentes de agua
Anexo No. 6a	Hoja de Cálculo de Pruebas de Infiltración
Anexo No. 6b	Pruebas de Infiltración Microcuenca de Colonia Roque
Anexo No. 6c	Pruebas de Infiltración Microcuenca de Colonia Roque
Anexo No. 7	Propiedades físicas de los Suelos
Anexo No. 8a	Potencial de Utilización de la Tierra
Anexo No. 9	Pruebas de Infiltración
Anexo No.10a	Balance Hídrico de Suelo Zona I
Anexo No.10b	Balance Hídrico de Suelo Zona II
Anexo No.11a	Análisis de Pruebas de bombeo
Anexo No.11b	Análisis de Pruebas de bombeo
Anexo No.12	Análisis de agua
Anexo No.13	Métodos y Parámetros utilizados en análisis de agua
Anexo No.14a	Normas Técnicas obligatorias nicaragüenses de Calidad de Agua.
Anexo No.14b	Parámetros físico-químicos establecidos por las Normas CAPRE
Anexo No.15a	Arboles de la Microcuenca
Anexo No.15b	Fauna de la Microcuenca
Anexo No.16	Mapa Topográfico Colonia Roque
Anexo No.17a	Evaluación del Actual Sistema de Agua potable
Anexo No.17b	Evaluación del Actual Sistema de Agua potable. Distribución de caudal en los nodos

ABREVIACIONES

CAPRE	Calidad de Agua Para Consumo Humano de Centroamérica y República Dominicana
CAP's	Comité de Agua Potable y Saneamiento
CE	Conductividad Eléctrica
cppd	consumo promedio por día
cpppd	consumo promedio por persona por día
CR	Colonia Roque
DAA	Disposición A Aceptar
DAC	Dirección de Atención a las comunidades
DAP	Disposición A Pagar
DDT	Dicloro Difenil Tricloroetano
DP	Desarrollo Participativo
ENACAL	Empresa Nacional de Acueducto y Alcantarillado
EPA	Environmental Protection Agency
ETP	Evapotranspiración Potencial
ETR	Evapotranspiración Real
<i>fc</i>	Capacidad de Infiltración
FISE	Fondo de Inversiones para Servicios de Emergencias
gppd	Galones por persona por día
GAR	Gerencia de Acueductos Rurales
HP	Horse Power o caballo de fuerza
IAP	Investigación Acción Participativa
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censo
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
km ²	kilómetro cuadrado
m	metro
m ³	metro cúbico
m ³ /min	metro cúbico por minuto
MIFIC	Ministerio de Fomento, Industria y Comercio
mg/l	miligramo por litro
MINSA	Ministerio de Salud Pública
MIRH	Manejo Integrado de los Recursos Hídricos (MIRH)
MMCA	Millones de Metros Cúbicos Anuales
NEA	Nivel Estático del Agua
NDA	Nivel Dinámico del Agua
NMP	Número Más Probable
N.T.N.	Normas Técnicas Nicaragüenses
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organismo No Gubernamental
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PARH	Plan de Acción de los Recursos Hídricos
PE	Pozo Excavado
PHCA	Proyecto Hidrometeorológico centroamericano
PP	Pozo Perforado
PEA	Población Económicamente Activa
RED-CARA	Red centroamericana de Recursos Hídricos
STD	Sólidos Totales Disueltos
ZITC	Zona de Convergencia Inter Tropical

Mayra Esther Altamirano C.

Estudio de la microcuenca y diseño de Plan de Acción Participativo para potenciar la disponibilidad y calidad de agua en la comunidad de Colonia Roque, Tipitapa. Managua.

RESUMEN

La comunidad de Colonia Roque, pertenece al municipio de Tipitapa, Departamento de Managua, ubicada en la subcuenca 5 de la Cuenca Norte del Lago Xolotlán y es parte de la gran cuenca del Río San Juan. La microcuenca, con una superficie aproximada de 32 Km², forma parte del acuífero Tipitapa-Malacatoya.

El presente estudio formuló la elaboración de un diagnóstico valorando la situación social, económica, biofísica y ambiental de la comunidad y la microcuenca.

Para la obtención de la información, se realizaron ocho talleres participativos, aplicando las dinámicas sugeridas por el Manual para proyectos de agua “Trabajando Juntos”, de la Red CARA, el que se validó con esta experiencia participativa. Por este medio se conocieron los problemas prioritarios de la comunidad como son: el bajo suministro de agua potable, problemas de salud, desempleo masivo, alto índice de analfabetismo, la marginación gubernamental o no gubernamental y la falta de capacitación de sus líderes en la gestión de proyectos.

El estudio de campo permitió conocer las características y el comportamiento del acuífero, como una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible de las reservas de agua.

El medio hidrogeológico está compuesto por sedimentos volcánicos Cuaternarios (Qv), Tobas fracturadas (TQpst) con intercalaciones de arcillas, escorias, piroclastos y pómez (TQps). Los parámetros hidráulicos del acuífero presentan Transmisividades altas en el rango de 627 y 740 m²/día y el Coeficiente de almacenamiento oscila entre 1.83×10^{-4} valores que corresponde a un acuífero semiconfinado, lo que se ratifica con las formaciones de tobas y arcillas con un grado de fracturamiento medio.

El Balance hídrico de suelos contribuyó a conocer la Recarga del acuífero, la que se estimó en 3.86 MMCA/año. Considerando la Descarga Total en 0.006890.28 MMCA/año. Conociendo así que la disponibilidad de agua subterránea es de 3.85 MMC/año), que no ha sido aprovechado debido a que los pozos no son completamente penetrantes.

Los resultados de los análisis de Calidad físico químico del agua indican que los pozos comunitarios, están dentro de los límites permisibles de las normas de potabilidad, siendo aptos para consumo humano. Tres pozos, comunitarios reportaron, valores que sobrepasan la norma bacteriológica, indicando, que demanda tratamiento para ser potable. De acuerdo a mediciones de Conductividad eléctrica, se conoció que no hay intrusión del Lago al acuífero.

Se construyó el Plan de acción de Colonia Roque, donde participaron comunitarios, líderes y actores locales, comprometidos en la gestión y administración de un sistema de agua eficiente y sostenible, que brinda posibles opciones de desarrollo de la comunidad.

I. INTRODUCCION

La protección de los recursos hídricos es un asunto prioritario e indispensable para la vida de la presente generación y para el bienestar de las generaciones futuras. La conservación y buen uso del agua involucra la participación de toda la sociedad organizada. Al respecto, los lineamientos del documento Manejo integrado de los Recursos Hídricos (MIRH - 1999) los cuales señalan que, “para llevar a cabo el manejo de los recursos hídricos de manera eficiente y sostenible debe darse un reto conjunto de organismos y/o instituciones estatales con la participación comunitaria, los que deben de regirse bajo un plan de manejo integral de cuenca”.

El inadecuado manejo de los recursos hídricos ha traído como consecuencia la escasez y deterioro de la calidad del agua para consumo humano en diferentes zonas de país. La disponibilidad y accesibilidad de agua para la satisfacción de las demandas de usos domésticos, agrícolas e industriales podrían ponerse en riesgo sin un manejo consistente de dicho recurso.

Son pocos los sistemas hídricos en Nicaragua, que cuentan con un Plan de manejo en ejecución. Muchos de los recursos de agua, sin planes de manejo están en su mayoría siendo contaminados, deforestados y en estado muy crítico. Los planes de acción y planes de manejo requieren de los insumos de investigaciones rigurosas llevadas a efecto a nivel de cuenca y del propio recurso en particular. Estos insumos permiten la formulación adecuada de proyectos de agua para las comunidades incluyendo un apropiado manejo de la cuenca para lograr la sostenibilidad del recurso y el éxito de cada proyecto.

La investigación propuesta por la presente tesis, esta relacionada con la condición de los recursos hídricos en una microcuenca. Este estudio se llevó a cabo en la

comunidad de Colonia Roque, municipio de Tipitapa, dado sus problemas de abastecimiento de agua en esta comunidad. Se realizó un diagnóstico participativo a nivel de microcuenca, a fin de tener una visión clara, ordenada y objetiva de la situación como punto de partida para conocer su realidad de forma integral. Como resultado se detectaron los principales problemas, las posibles causas que los provocan, como también las posibles alternativas de solución. Para la intervención y desarrollo del proyecto de tesis se tomaron como guías los lineamientos del Manual de Métodos Participativos “Trabajando Juntos”, editado por la Red CARA, 2002.

El objetivo principal del estudio, es generar información científica hasta el momento no disponible, sobre las características biofísicas, socioeconómicas y ambientales, con miras a mejorar la disponibilidad y calidad de agua de la comunidad de Colonia Roque y la microcuenca.

Los datos generados sirvieron de base para la formulación de un Plan de Acción Participativo que sirva como herramienta de gestión comunitaria, para el logro de resultados a largo plazo, posterior al plazo del ejercicio académico, el fortalecimiento de la comunidad en la gerencia exitosa de sus recursos hídricos. En el futuro esta experiencia puede ser reproducida en otras comunidades o microcuencas de la zona o de cualquier otra región del país.

1.1 UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

La comunidad de Colonia Roque pertenece a la comarca El Empalme de San Benito, municipio de Tipitapa, departamento de Managua y está ubicada en las planicies de Tipitapa, al Este del Lago Xolotlán. La extensión de la comunidad es de 1 km. de largo por 0.7 km. de ancho.

Para efecto de este estudio se delimitó la microcuenca alrededor del territorio de la comunidad, con una superficie total de aproximadamente 32 km². Esta microcuenca, forma parte de la Cuenca Norte del Lago y pertenece a la subcuenca número 5, la que a su vez es parte de la gran cuenca del Río San Juan, cuenca 69. Su posición georeferencial esta dada por las coordenadas UTM: 597000-608000 Este y 1357000 – 1363000 Norte. (Figura No.1.1).

En la microcuenca se encuentran ubicadas cuatro comunidades. El poblado más próximo a Colonia Roque es Chilamatillo, a un kilómetro de distancia hacia el Sur, el municipio de Tipitapa, está ubicado a 10 kilómetros al Sur de la comunidad y a 32 km. de Managua, la ciudad capital. Sus límites son los siguientes:

Límites	Distancia Aproximada
▪ Norte: Comarca El Empalme de San Benito	2.5 Km.
▪ Sur: Comunidad de Chilamatillo	1 Km.
▪ Este: Cañales del Ingenio Victoria de Julio y Comunidad de Los Laureles	8 Km.
▪ Oeste: Lago Xolotlán	7.5 Km.

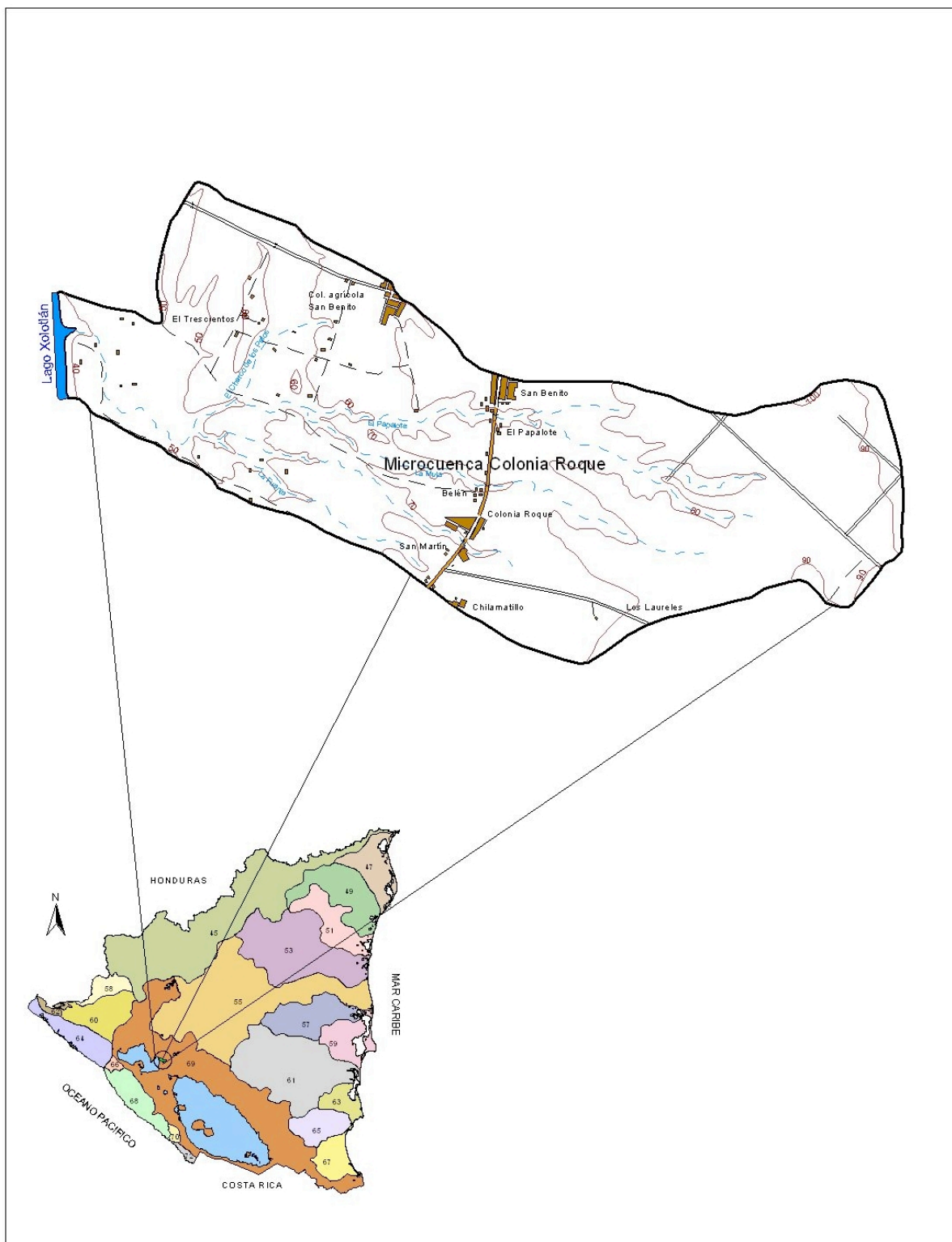


Figura No. 1.1 Mapa de Ubicación del Área de Estudio

1.2 ANTECEDENTES

Desde la década de los 70, se ha venido trabajando en modelos de gestión del agua y saneamiento básico, teniendo en cuenta la participación de la comunidad¹. A partir de 1990, se celebraron importantes cumbres (Nueva Delhi 90, Río 92, Dublín 92), en las que se sugiere con mayor énfasis un nuevo enfoque en los proyectos de desarrollo, especialmente la construcción de acueductos y alcantarillados para las zonas rurales. Hasta entonces se habían manejado diferentes conceptos sobre participación comunitaria tales como: Aporte de mano de obra y materiales para disminuir costos en la construcción, financiamiento de los costos de inversión y operación, centrando las actividades de las juntas administradoras y existencia de una organización comunitaria encargada de la prestación del servicio de agua con poco conocimiento y experiencia.

Por lo general, los proyectos estaban orientados de acuerdo a los intereses de los organismos de cooperación a cargo del proyecto (ONG's, religiosos, investigativos o de cooperación externa). Pocas veces se les consultaba a los comunitarios el tipo de proyecto que necesitaban, la participación no alcanzaba el nivel de toma de decisiones. Los agentes de los organismos hacían las preguntas, daban las soluciones y desempeñaban, en todo sentido, el papel de "expertos".

Estas formas de participación promovidas especialmente en la Década del Agua (1981-1990), no generaron en el país los resultados esperados de apropiación y sostenibilidad por parte de las comunidades, ya que muchos sistemas de agua fueron abandonados y con problemas de operación y mantenimiento. Hoy en día, la participación comunitaria se considera un componente clave de la gestión de proyectos de agua. (González, 1995)

¹ "Participación comunitaria en los problemas del agua" <http://www.oei.es/salactsi/osorio2.htm>.

El marco de desarrollo antes expuesta, generó un nuevo enfoque en la implementación de proyectos de desarrollo. En el caso del agua y la participación comunitaria, la Ingeniera Carmen Pong afirma: “Durante la década del 70, se inició en Nicaragua una serie de Programas sociales para la atención de la población rural (...). Los logros alcanzados por estos programas fueron muy limitados ya que en su oportunidad no se garantizó la continuidad de las obras, pero si, fueron trascendentales para que hoy exista una estrategia de participación comunitaria en función de la operación y mantenimiento de los sistemas de agua”. Esta participación se circunscribió casi exclusivamente en la etapa de construcción de las obras, (Agua y saneamiento Rural en Nicaragua, 1998).

La Calidad del agua en la región pacifica tanta superficial como subterránea, es un aspecto que tradicionalmente ha sido relegado a segundo orden de importancia, tanto por las instituciones de Gobierno como por los usuarios y la sociedad en general.

En las tres últimas décadas la comunidad Colonia Roque se ha abastecido de agua de un pozo excavado de 39.64 m. de profundidad, el que fue propiedad de la Hacienda La Esperanza y lleva funcionando más de 50 años, los comunitarios manifestaron el temor de que esté contaminado por plaguicidas, por ser una zona donde se dio de manera intensiva el cultivo del algodón, y después en los años 80 el cultivo de la caña de azúcar en el Ingenio azucarero, Victoria de Julio o Timal.

Para el año 1986, con la sobreexplotación del acuífero que realizó el Ingenio TIMAL/Victoria de Julio, se presume se dio un abatimiento en los pozos excavados circunvecinos que provoco la disminución del caudal del Pozo comunal de Colonia Roque, el que fue reexcavado en varias ocasiones, hasta el año 1998 que se da la

gran recarga producto del Huracán MITCH. Después de esto, la situación continuó agudizándose con el problema de abastecimiento de agua.

En el aspecto socioeconómico, la comunidad de Colonia Roque, desde su fundación, ha tenido como limitantes en su desarrollo, la falta de abastecimiento de agua potable.

Una forma de participación puesta en práctica por la Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), son los Comité de agua potable y saneamiento (CAPs), De acuerdo a información de ENACAL – Tipitapa se han logrado formar en el municipio 8 CAPs, entre estos se cuenta a Colonia Roque, aunque en el momento del estudio no funcionaba como tal, ni cumplía con los requisitos.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con el objetivo de identificar una comunidad con problemas de agua en el municipio de Tipitapa, se efectuaron giras exploratorias a 8 diferentes comunidades, contando con la compañía de promotores comunales de la Alcaldía, a fin de observar in situ el tipo de abastecimiento de agua. Como resultado se encontró una serie de problemas ambientales, entre los que se destacan: deforestación, manejo inadecuado de los desechos sólidos y líquidos, falta de un sistema de drenaje pluvial y un alto déficit de letrinas. En relación al agua potable se identificaron las siguientes situaciones: falta de cobertura del servicio, escasez de fuentes, disminución de caudales, problemas de salud relacionados a los recursos hídricos, falta de operación de fuentes, mantenimiento en el sistema, problemas con cajas de captación.

Al analizar los resultados de las giras exploratorias y aplicando criterios de selección, se determinó que la comunidad de Colonia Roque presentaba el mayor índice de problemas, destacando el desabastecimiento de agua potable por escaso caudal en el pozo, baja presión en el bombeo y falta de tratamiento del agua para mejorar la calidad. El problema se agudiza por las condiciones del sistema de distribución el que es totalmente ineficiente y obsoleto.

Otro problema encontrado es la falta de información científica sobre la microcuenca objeto de estudio, para la implementación de un proyecto de agua.

Sin embargo hay anuencia del Gobierno local para apoyar a la comunidad en la gestión, para la construcción de un nuevo sistema de agua potable.

1.4 JUSTIFICACION

Para dar cumplimiento a la exigencia académica de la elaboración de Tesis de Grado, se selecciona la comunidad de Colonia Roque, conociendo sus serios problemas de abastecimiento de agua potable. Este contexto permite aplicar los conocimientos adquiridos en la Maestría, mediante la realización de un estudio a nivel de cuenca, que conduzca a identificar fuentes de abastecimiento de agua subterránea, aptas para el consumo humano.

En el componente participativo de la Tesis, se aplica y valida el Manual para proyectos de agua “Trabajando Juntos”. La metodología del Manual permite involucrar a la comunidad en un proyecto de agua sostenible.

Ante la ausencia de un Plan de Manejo de la microcuenca, este estudio contribuirá a la protección de los recursos naturales, especialmente a potenciar las fuentes de agua, a través de un Plan de Acción participativo, el que contendrá los lineamientos y acciones conducentes, al logro exitoso de los objetivos estratégicos propuestos. La participación de la comunidad en los planes de desarrollo fortalece la organización y la gestión comunitaria, siendo indispensable la sensibilización y compromiso de la comunidad para asumir el proyecto.

Los productos de la investigación científica aplicada a la microcuenca, constituirán una valiosa herramienta para que las instancias pertinentes tomen las decisiones adecuadas relevantes al recurso agua, del que dependerá la protección de las fuentes de agua y el desarrollo paulatino de las comunidades establecidas en ella, viniendo a mejorar su calidad de vida a través de la gestión de sus líderes y la decidida participación comunitaria.

Los resultados y conjunto de datos derivados de esta investigación contribuyen a obtener información de la zona, la que no había sido estudiada anteriormente. Con este estudio se podrá contar con datos confiables sobre diferentes aspectos, como son: Estudios Geológicos, Hidrometeorológicos e Hidrogeológicos para conocer la Disponibilidad de agua en la zona de estudio, como también la Calidad de agua. Además, la aplicación y validación de nuevas técnicas de investigación, serán de beneficios para estudios similares en otras áreas del país.

El presente estudio tiene la particularidad de aplicar conjuntamente la Investigación científica tradicional, la investigación cualitativa y la de Acción participativa comunitaria en la sostenibilidad de los recursos hídricos.

Para lograr el éxito del proyecto, fue necesario capacitar a los líderes comunales y sobre todo se valora el papel destacado de las mujeres y la inserción de los comunitarios en general.

De esta manera se estaría cumpliendo con la demanda académica de realizar la Tesis de grado efectuando un Diagnóstico participativo, el Estudio de la microcuenca y la Matriz de Plan de Acción en la Comunidad de Colonia Roque en la búsqueda de potenciar la disponibilidad y calidad de agua.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Realizar estudio socioeconómico, biofísico y ambiental de la microcuenca y diseñar un Plan de Acción participativo, que contribuya a potenciar la disponibilidad y calidad de agua en la comunidad Colonia Roque

1.5.2 Objetivos Específicos

- Identificar y categorizar los problemas socioeconómicos y ambientales de la comunidad a través de un diagnóstico participativo basado en las instrucciones del Manual Trabajando Juntos para proyectos de agua.
- Generar información sobre las características biofísicas, ambientales, y de calidad del agua que permitan valorar la situación del recurso hídrico en la microcuenca, especialmente de consumo humano y su repercusión en el desarrollo de la comunidad.
- Confeccionar un Plan de Acción con la participación de los comunitarios, líderes y actores sociales a partir de los insumos generados en el diagnóstico a fin de fortalecer los niveles de organización y gestión comunitaria, en el manejo del agua.

1.6 HIPÓTESIS

1. El conocimiento de las características socioeconómicas, biofísicas y ambientales de la microcuenca, permiten una valoración acerca de la calidad y cantidad del Recurso hídrico.
2. Los niveles organizativos alcanzados por la comunidad, permiten fortalecer los procesos locales de gestión y búsqueda de alternativas de solución a los problemas más sensibles de la comunidad.

II. MARCO TEORICO

“De acuerdo a los principios rectores del Plan de Acción de los Recursos Hídricos (PARH, 1998) "El agua es un bien nacional, de uso público, indispensable para satisfacer las necesidades básicas de la población...es un recurso finito, que tiene un valor económico, social y ambiental. La cuenca es la unidad de gestión territorial y debe ser manejada y administrada de manera integral considerando adecuadamente las interacciones entre usos y usuarios en el ámbito de las cuencas y acuíferos".

El planteamiento de planes integrales de acción, para una mejor agua tomando en cuenta a la comunidad, realizándose con un enfoque integrado y humano de la gestión de los recursos hídricos, son elementos que se desarrollaron gradualmente tomando sugerencias de varios e importantes foros y conferencias internacionales tales como.

El Plan de Acción del Mar de Plata adoptado por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua de 1977, la [Conferencia de Dublín sobre agua y medioambiente](#) de 1992 así como la [Cumbre de la Tierra](#) de Río, con su importante documento [Agenda 21](#), y el ejercicio de la [Visión Mundial del Agua](#) han contribuido a reforzar sucesivamente la necesidad de una evaluación global de los recursos mundiales de agua dulce como base para llevar a cabo una gestión más integrada del agua².

Los acuerdos alcanzados en estos grandes encuentros de estudiosos del recurso hídrico demandan de un conocimiento integral de la cuenca.

² <http://www.wmo.ch/web/homs/icwedecs>

2.1 GESTIÓN Y MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS

2.1.1 Cuenca Hidrográfica

Unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre en un punto común fluyendo toda al mismo río, lago o mar. Esta unidad natural definida por la existencia de la divisoria de aguas en un territorio dado, es también conocida como "parteaguas".

Las cuencas se pueden delimitar en: subcuencas o microcuencas o cuencas de orden inferior y están formadas por un conjunto de elementos que se interrelacionan. Los más importantes son: el agua, el bosque y el suelo.

2.1.2 Cuenca Hidrológica

Son unidades morfológicas integrales que incluyen el concepto de cuenca hidrográfica y toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero.

Para llevar a cabo el **Manejo integrado de Cuencas** hay que partir de un diagnóstico.

La importancia de trabajar en las cuencas es que se debe priorizar la conservación de suelos y agua, el reciclaje de suelos y de materia orgánica y la reforestación con especies nativas como estrategias claves para mejorar las condiciones básicas de producción.

En la Cuenca se puede medir el balance hídrico, se puede saber cuanta agua entra, se evapora, se transpira, se escurre se infiltra y finalmente cuanto sale de ella al mar, lago o río, pero también se pueden analizar todas las actividades productivas que se desempeñan a su alrededor, el agua es el indicador de cómo

esta funcionando toda la unidad geográfica.... La cuenca nos sirve para hacer un análisis integral ambiental, geofísico y socioeconómico (Avalos, 2005).

Por lo tanto, el concepto Gestión Integral implica el desarrollo de capacidades locales que faciliten la participación. El fin de los planes de gestión y manejo integral es el conducir al desarrollo de la cuenca a partir de un uso sustentable de los recursos naturales. Un aspecto muy importante para este logro, radica en la estrategia de capacitación agrícola, principalmente la formación integral de un conjunto de promotores y líderes de la comunidad por su comunidad.

Para ello, hay que apoyarse en la comunidad, en las organizaciones campesinas existentes en la cuenca, reforzado con el de organizaciones, permitiendo con ello movilizar la fuerza de trabajo necesaria para las faenas conservacionistas, a través de trabajos colectivos, ya que las familias tradicionalmente buscan la cooperación de vecinos, parientes y amigos para las faenas principales.

En Nicaragua, actualmente existen condiciones legales que permiten la participación ciudadana para la búsqueda de alternativas de problemas locales especialmente las relacionadas con la conservación y uso adecuado de los recursos hídricos siendo una prioridad para el desarrollo de la nación y el bienestar de la población.

La Constitución Política de Nicaragua en su Artículo No. 7, La Ley de Municipios en su Artículo No. 36 y La Ley de Participación Ciudadana garantiza un marco legal para la participación comunitaria en la gestión de los proyectos de desarrollo local, con la finalidad de incidir y participar en la toma de decisiones para lograr el desarrollo humano sostenible.

En Nicaragua la Disponibilidad de agua en volúmenes anuales manifiesta una distribución desigual del recurso, siendo menor en el Pacífico, donde esta concentrada la mayor parte de la población y se encuentran mayores volúmenes de agua subterránea. La mayor amenaza a la calidad de agua en esta región proviene de la alta densidad poblacional, alto número de industrias y fuerte actividad agropecuaria registrada en la zona.

2.2 GEOLOGÍA:

Nicaragua se encuentra configurada en cinco provincias geológicas, las cuales fueron afectadas por una serie de eventos geológicos bien marcados. Cada provincia está definida por sus propias características, historia geológica, litoestratigrafía, geología estructural y geomorfología siendo estas:

- ⊕ Provincia Costera del Pacífico (Planicie Costera, Cuenca de Sedimentación)
- ⊕ Provincia de la Depresión o Graben Nicaragüense
- ⊕ Provincia Volcánica Terciaria (Tierras altas del Interior, Región Montañosa Central)
- ⊕ Provincia Geológica del Norte (Plataforma Paleozoica y Mesozoica)
- ⊕ Provincia Geológica de los llanos de la Costa Atlántica, (Planicie Costera del Caribe).

2.2.1 Provincia de la Depresión Nicaragüense

El Graben Nicaragüense constituye una estructura tectónica joven, cruzando todo el Pacífico de Nicaragua desde el Golfo de Fonseca en el NO, hasta la frontera con Costa Rica. La Depresión se encuentra rellena con depósitos piroclásticos y

aluvionales. Los dos grandes lagos (el Cocibolca y el Xolotlán) ocupan un 40% de la Depresión.

El graben se formó en consecuencia de la falla que provocó un hundimiento de las regiones comprendidas entre las fracturas. Los principales fallamientos del graben nicaragüense ocurren paralelamente a la Costa del Pacífico. Sin embargo, hay algunas estructuras importantes, como las fallas de Nejapa y Tipitapa, que tienen una orientación Norte-Sur para formar el llamado Graben de Managua, (Norbert Fenzl, 1989).

2.2.2 Geología Regional

Los depósitos volcánicos – piroclásticos, del Cuaternario – Pleistoceno, hasta Reciente: formados por materiales piroclásticos, cenizas finas, pómez, lapilli, etc. Constituyen el relleno superficial de varias áreas de la región del pacifico entre ellas las Planicies de Tipitapa (Ver Cuadro No. 2.1).

Las capas más recientes están constituidas de pómez intemperizado y arenas piroclásticas finas hasta gruesas. Dentro de estas capas aparecen pequeños lentes de aluviones arcillosos, arenas finas y gravas, producto de erosión de los sedimentos del Pleistoceno y de piroclásticos Cuaternarios. Estos productos descansan discordantemente sobre el grupo las Sierras. Cerca de la costa del lago estas interlocuciones son formadas de arenas, arcillas y material orgánico.

2.2.3 Geología Local

El área de estudio pertenece a la Planicie Tipitapa – Malacatoya, situada en el Noroeste del lago Xolotlán. Está formada por materiales cuaternarios, arrastrados desde las cuestas de Diriamba al Sur y las tierras altas del interior al noreste del Xolotlán (Rozanski, K. 2001).

En las Planicies de Tipitapa a pesar de la intercalación de capas arcillosas existe una permeabilidad suficiente en las capas acuíferas permitiendo la circulación normal del agua en el acuífero, (Hodgson, G. 1986, en Fenzl, 1989.).

Cuadro No. 2.1 Litoestatigrafía del Área

Período	Época	Formación	Descripción litológica
Cuaternario	Reciente	Qr	Suelo residual: Arena , Graba, Arcilla
		Qal	Aluvional: Limos, arenas, arcillas
	Holoceno	Qv	Volcánico Reciente: Flujos Lávicos y piroclástico. Grupo Managua: piroclastos incoherentes
Terciario	Plio-Pleistoceno	TQps Formación Las Sierras	Tobas - líticas, Aglomeráticas y Pomíceas

Fuente: Adaptado de Historial geológico de Nicaragua, 2000 (la Edad de Nicaragua) y Norbert Fenzl, 1989.

2.3 GEOMORFOLOGÍA

El área de estudio está ubicada en las planicies que circundan el sector Norte - Este del Lago Xolotlán, presenta características geomorfológicas del cuaternario volcánico, de acuerdo a mapas presenta pendientes menores del 15% y está constituido por suelos originados de cenizas volcánicas, con suelos muy arcillosos que impiden en gran medida el drenaje.

El relieve que predomina en la microcuenca es el de planicie, con una altura sobre el nivel del mar que no supera los 100 metros (Ver Figura No. 2.2). La parte alta de la microcuenca está bastante alterada, por la intervención de la maquinaria agrícola.

Estudio de la microcuenca y diseño de Plan de Acción Participativo para potenciar la disponibilidad y calidad de agua en la comunidad de Colonia Roque, municipio de Tipitapa. Departamento de Managua.

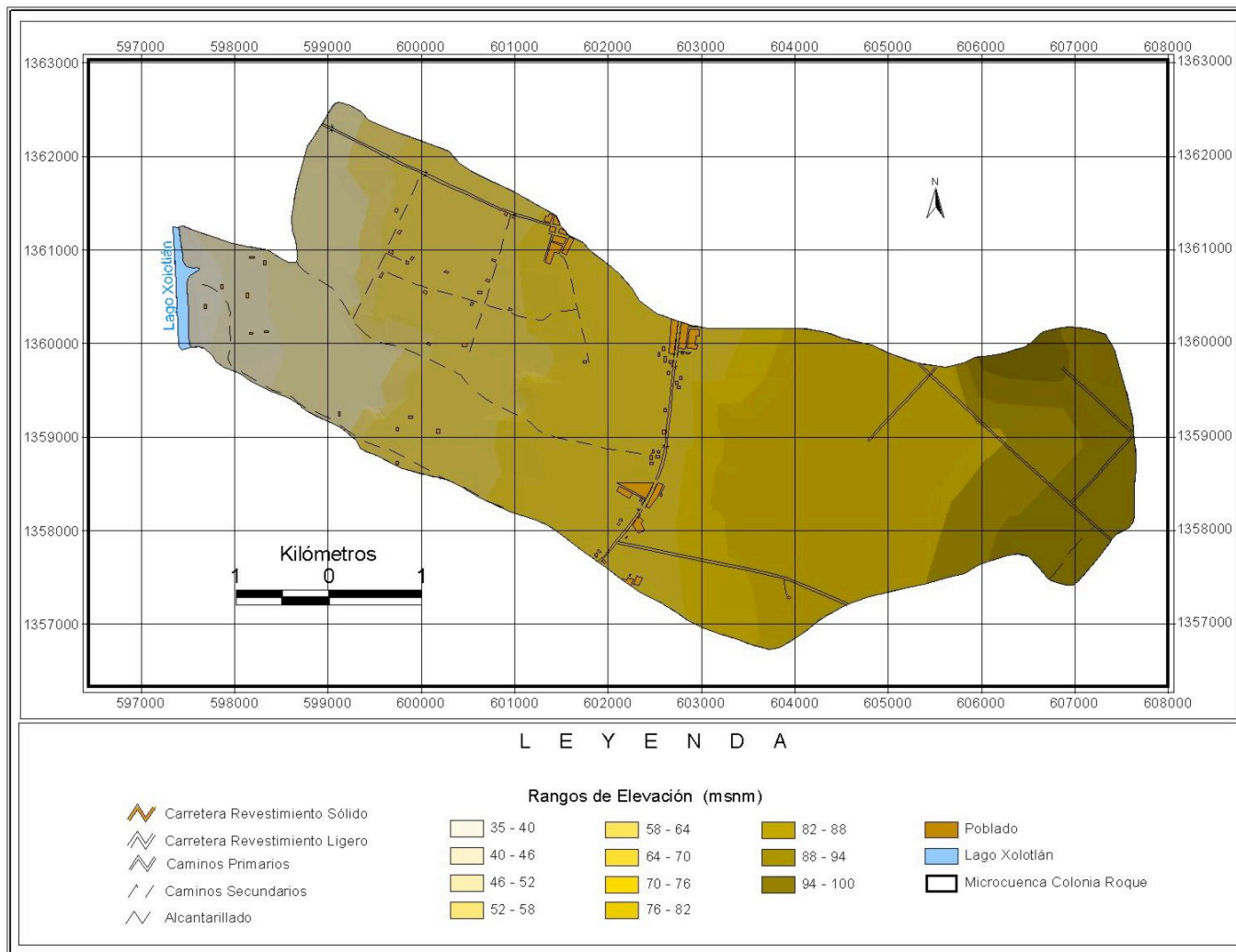


Figura No. 2.1 Mapa del Relieve del Área de Estudio

2.4 AGUAS SUPERFICIALES

De acuerdo a la nomenclatura de las Cuencas Hidrológicas del país adoptada en el Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (PHCA), la hidrología superficial del área de estudio está dentro de la Cuenca Hidrológica No. 69, correspondiente a la cuenca del Río San Juan.

El drenaje superficial de las cuencas hidrográficas de Managua se distribuye entre la vertiente de los Lagos y la del Océano Pacífico. Unas áreas drenan a la subcuenca del Lago de Managua y otras al Lago de Nicaragua a través de los ríos Tipitapa y Malacatoya.

Según Marín E. 1992, casi todo el sistema de drenaje superficial natural en la planicie descarga en el Lago Xolotlán y se subdivide en Cuenca Sur y Cuenca Norte. La primera, tiene una extensión de 623 km² y La Cuenca Norte, que captan el escurrimiento del pie de monte de las tierras del interior y las planicies de Tipitapa totalizan una superficie de 1,074 km² de extensión, en esta última se encuentra ubicada Colonia Roque.

2.4.1 Microcuenca hidrográfica de Colonia Roque

La microcuenca estudiada pertenece a la subcuenca No. 5. La red de drenaje de la microcuenca está cruzada de Este a Oeste por varios cauces secos en verano y en ocasiones con corrientes intermitentes producto de aguas de riego o de lluvias que llegan de la parte alta de la cuenca estos son: El Charco de los Patos, El Papalote, La Mula y La Fuente, siendo esta última la más cercana a la comunidad. Al Este la Microcuenca limita con el subsistema hidrológico Lago Xolotlán donde descargan la mayor parte de sus aguas superficiales.

El área de estudio no presenta cuerpo de agua superficial natural, aunque, en la parte alta de la microcuenca se ha formado una pequeña laguna que permanece con considerable cantidad de agua durante todo el año. (Ver Figura No. 4.7 Mapa de Inventario de Fuentes de Agua). Su origen se debe a la extracción de material selecto para compactar caminos, produciéndose una gran oquedad con sectores de aproximadamente 50 metros de profundidad, la que se sustenta de agua durante los inviernos, o, por el agua de los canales que llegan de la represa de las Canoas, se presume además, que está en contacto con el acuífero de la cuenca. (Comunicación personal Sr. Justo Madrigal).³

2.5 SUELOS

Los suelos de la región deben su origen y evolución a la influencia de factores fisicoquímicos y procesos de formación, siendo algunos de los factores: el clima, el relieve y el material de origen: ceniza volcánicas, tobas y basaltos dominando en su contenido arcilla negra.

Estos suelos se caracterizan por la ausencia de horizontes genéticos debido al proceso de volteo continuo (Haploidización) que sufren estos suelos por el fuerte agrietamiento que se produce en la época seca al caer el material edáfico dentro de las mismas y que luego se deslizan hacia arriba por presión, al expandirse las arcillas cuando los suelos son saturados durante la estación lluviosa (Buol 1938).

Los suelos de la microcuenca se desarrollan en condiciones donde la topografía plana y depresional dio origen a neoformaciones de arcillas, originando suelos muy arcillosos por procesos de degradación hidromórfica, que corresponden al orden de los Vertisoles.

³ Líder comunal y ex trabajador del Ingenio Timal

2.5.1 Tipos de Suelos

De acuerdo a información de INETER (Dirección de Ordenamiento Territorial, 2002), en la microcuenca predominan los suelos arcillosos, siendo los más identificables dos tipos: vertisoles y mollisoles, comúnmente se conocen como: arcillas o terrenos sonsocuitosos, caracterizándose por su alta dilatación durante el invierno, reduciendo la infiltración del agua al acuífero y su compactación o adhesión durante el verano, lo que provoca la aparición de grietas profundas y anchos variados.

Los suelos Mollisoles se encontraron en la parte alta de la microcuenca (Este) con breves pendientes, suelos de colores café oscuro, clasificados como suelos franco - arcilloso. Son formados por cenizas volcánicas y rocas de materiales piroclásticos.

2.5.2 Uso Potencial de Suelo:

Los suelos de la región, por su origen volcánico, presentan un gran potencial agrícola, mostrando una alta susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica debido a su gran porosidad y baja estabilidad estructural. Cuando estos suelos son mecanizados, se favorece el escurrimiento superficial de las aguas después de fuertes lluvias, produciendo arrastre del suelo a las partes más bajas, afectando la capacidad de producción del suelo (INETER, 2002).

El conjunto de condiciones climáticas y edáficas de la zona permiten que se puedan cultivar una variedad de cultivos anuales; semiperennes; perennes; pastoreo y bosques de producción. De acuerdo a la información obtenida en INETER 2002, en la Figura 2.2 se presenta el Uso potencial del Suelo de la microcuenca y su interpretación se explica en el Cuadro 2.2. Estos suelos son aptos en parte para la ganadería, otro sector en la agricultura con cultivos anuales: sorgo, maíz, frijoles, hortalizas, caña de azúcar, frutales y algunos sectores para pasto. La parte baja de la microcuenca es de vocación forestal, los que por la falta de prácticas de manejo y conservación adecuadas se han ido deteriorando.

Cuadro 2.2 Potencial de Utilización de la Tierra.

VOCACION AGRICOLA			
Unidades Agroecológicas			Alternativas de Utilización de la Tierra
Zona Climática	Clase de Pendiente	Grupos de Perfiles y Limitaciones	
M	a ,b, c	2, 2e,2mee, 6	Siembra únicamente de postrera: sorgo, soya, ajonjolí, pastos, bosques.
VOCACION PECUARIA			
M	a	7wA2	Pastos tolerantes a suelos vérticos y vertisoles, con moderadas limitaciones de sodio y/o sales. Pastoreo Intensivo
M	a	6d, 7w, 7mw	Pastos tolerantes a suelos vérticos y vertisoles, con drenaje deficiente. Pastoreo Intensivo
M	a, b, c	2ree	Pastos tolerantes a suelos superficiales o poco profundos, con prolongado déficit hídrico por período canicular severo. Pastoreo Intensivo.
P	y		Área de Playa.

Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) - Dirección General de Ordenamiento Territorial (Unidad de Suelos), 2002.

Estudio de la microcuenca y diseño de Plan de Acción Participativo para potenciar la disponibilidad y calidad de agua en la comunidad de Colonia Roque, municipio de Tipitapa. Departamento de Managua.

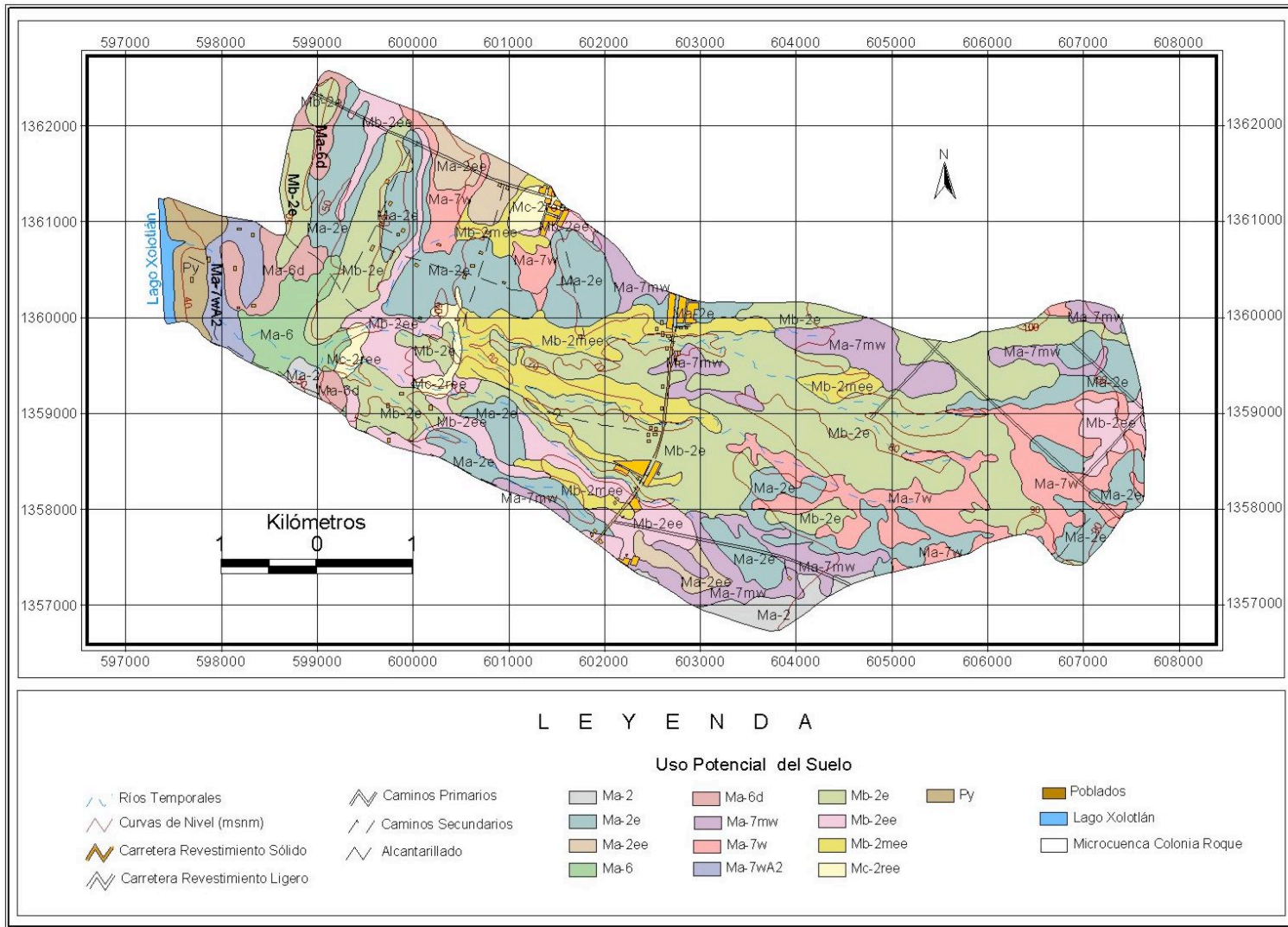


Figura No. 2. 2 Mapa de Uso Potencial de Suelo . Fuente: Información brindada por INETER

2.6 HIDROGEOLOGÍA

Los Estudios Hidrogeológicos sirven para determinar el medio poroso en que se encuentran las aguas subterráneas. A través de las pruebas de bombeo se conocen los parámetros hidráulicos y el tipo de acuífero. El balance hídrico para conocer la recarga y el régimen de explotación para conocer la descarga del acuífero.

2.6.1 Balance hídrico de suelo

El Balance de agua de una cuenca, vertiente o de una región determinada tiene por objeto contabilizar los aportes y pérdidas de agua. Su cálculo se basa en los datos básicos del ciclo hidrológico.

Conocer el balance de humedad en el suelo es importante para evaluar la disponibilidad de agua para los cultivos, estudios hidrológicos, de conservación de suelos, de drenaje, de recuperación de suelos salinos, de repoblación forestal, o el establecimiento del régimen de humedad de los suelos o de criterios de diferenciación climática.⁴ (J. Almorox,)

2.6.1.1 Evapotranspiración

La evapotranspiración es un fenómeno sumativo de evaporación y transpiración, aplicado a una determinada área de terreno cubierta de vegetación, incluye no solo la evaporación de superficies sino también la transpiración de la vegetación.

Es el resultado del proceso por el cual, el agua cambia de estado líquido a gaseoso directamente o a través de las plantas vuelve a la atmósfera en forma de vapor (Custodio, 2001)

⁴ J. Almorox, <http://www.eda.etsia.upm.es/>

2.6.1.2 Infiltración

El volumen de agua, que producto de las precipitaciones en un determinado tiempo atraviesa la superficie del terreno y ocupa total o parcialmente los poros del suelo o de las formaciones geológicas subyacentes⁵: Agua de Retención, de circulación hipodérmica, circulación subterránea y de reconstitución de las reservas acuíferas.

⊕ Pruebas de Infiltración:

Se realizan pruebas de infiltración para la determinación del valor de capacidad de infiltración básica. Esta prueba es para conocer la velocidad con que se introduce el agua de lluvia en el subsuelo, lo que va a depender de las propiedades del suelo de cada región: textura, estructura, compacidad y el contenido de humedad.

⊕ Precipitación Efectiva

La Precipitación Efectiva se considera como la porción pluvial que logra infiltrarse en el suelo y que se encuentra disponible para ser utilizada por las raíces de las plantas o para recargar el acuífero (Pacheco, 1981⁶).

En la Precipitación efectiva intervienen varios factores: La intensidad de la precipitación, la velocidad de infiltración en el suelo, la cobertura vegetal y la topografía. A partir de estos factores existen diversos métodos para determinar la precipitación efectiva.

En el presente estudio se utilizó la fórmula de correlación estadística (Shosinsky & Losilla, 1998) la cual considera a la capacidad de infiltración como el factor principal que condiciona la cantidad de precipitación pluvial que puede infiltrarse lo que depende de las características físicas del suelo como son: la textura, estructura, compactación y contenido de humedad.

⁵ Custodio. Infiltración, Humedecimiento del suelo, Pág. 273. 2001

⁶ Citado por Duarte, J.1998

⊕ **La Capacidad de infiltración del suelo (f_c)**

Es la fracción de las precipitaciones que puede infiltrarse al suelo, la cual va ser utilizada por las raíces de las plantas o para recargar el acuífero. Se determinó utilizando el método de Porchet y para conocer la capacidad de infiltración se utiliza la fórmula de correlación estadística de **Shosinsky, G.** (1998).

De acuerdo a Amisial y Jegat (1984), para determinar los grados de humedad en el suelo una vez obtenida la capacidad de infiltración (f_c) hay que tomar en cuenta: la Capacidad de Campo (CC), Punto de Marchitez (PM), Profundidad de Raíces (PR) y Densidad de Suelo (DS). (Ver Anexo No.7, Propiedades físicas de los suelos).

2.6.1.3 Capacidad de campo

Es el grado de humedad que puede retener un suelo, transcurrido un cierto tiempo después de haber un riego o una lluvia, esta agua puede ser aprovechada por las plantas para sus funciones biológicas, concepto de gran importancia en la agricultura, (Custodio, 2001).

2.6.1.4 Punto de marchitez

Grado de humedad de un suelo que rodea la zona radicular de la vegetación, la fuerza de succión de las raíces es menor que la retención del agua por el terreno. Al igual que la capacidad de campo es un concepto eminentemente agronómico, que juega un importante papel en fenómenos como la evapotranspiración de indiscutible influencia sobre el ciclo hidrológico (Custodio, 2001).

2.6.1.5 Demanda de agua

En toda planificación hidráulica, el punto más importante a considerar es la demanda de agua existente en la zona que se está planificando. La estimación de la demanda es a menudo comprometida debido a que se ha de basar en las

previsiones de crecimiento demográfico, desarrollo agrícola e industrial sobre la evolución del territorio, las cuales son variables y dependen de factores sociales, económicos y políticos⁷.

2.6.1.6 Acuíferos Tipitapa - Malacatoya

El área correspondiente a este acuífero (Figura 2.3), se extiende por toda la franja de la planicie comprendida entre la margen izquierda del río Tipitapa y la curva 100 m.s.n.m. y corresponde al área de drenaje de la cuenca del río San Juan y la cuenca media baja del río Malacatoya. La extensión de la cuenca hidrogeológica del acuífero Tipitapa – Malacatoya se estima en unos 550 Km² de los cuales 350 Km² se encuentran en los límites del Departamento de Managua.⁸ (Marín E. 1992)

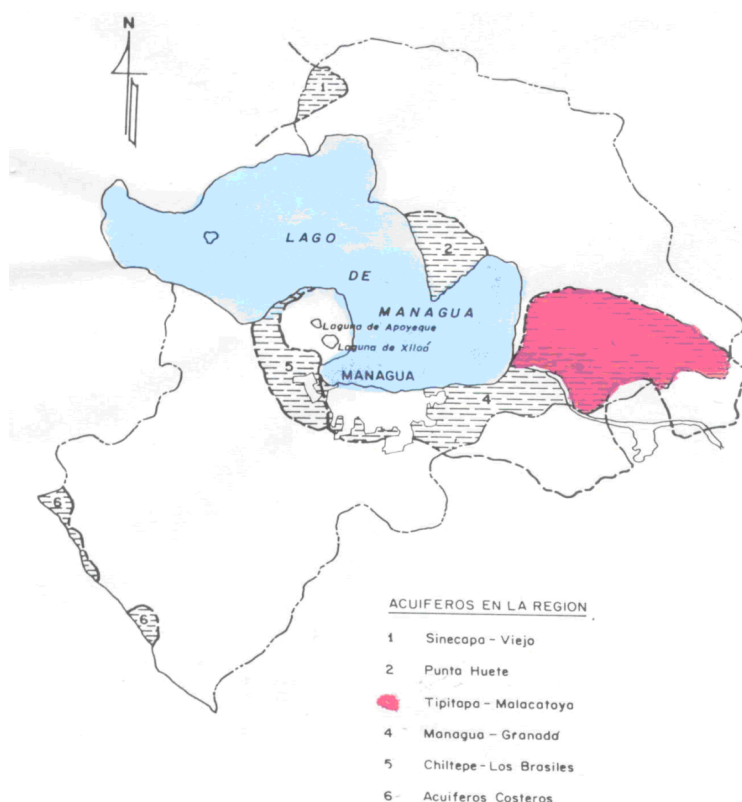


Figura No. 2.3 Mapa del Acuífero Tipitapa- Malacatoya

Fuente: Marín E. 1992

⁷ Custodio, 2001

⁸ Dentro de estos, están los 36 km² de la microcuenca en estudio.

2.7 CALIDAD DEL AGUA

La calidad de un agua queda definida por su composición y el conocimiento de los efectos que puede causar cada uno de los elementos que contiene. Permite establecer la posibilidad de su utilización clasificándola, de acuerdo a ciertos límites (Custodio & Llamas 2001).

Los factores que condicionan la calidad del agua están determinados por su constitución, la disposición espacial de los materiales con los que el agua entra en contacto, la temperatura, la presión, la existencia de gases, la presencia y la cantidad de contaminantes, factores físico-químicos, presencia de agroquímicos, metales pesados y bacterias entre otros.

2.7.1 Normas internacionales de calidad del agua:

Las normas o valores guías sobre la calidad del agua han sido establecidos de manera específica con el fin de proteger la salud teniendo en cuenta su consumo durante toda la vida, el principal objetivo es ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes del agua que puedan representar un riesgo para la salud y el bienestar de la comunidad, (OMS, 1993).

En Nicaragua el MIFIC⁹ ha conformado la Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad (02/07/96) destacándose el MINSA, MARENA, y ENACAL¹⁰ los que han adoptado las normas: “Norma Regional de Calidad del Agua para consumo humano”, editadas por CAPRE en Septiembre de 1993 y revisadas en Marzo de 1994 y la National Primary Drinking Water Standards”, editadas por U. S Environmental Protection Agency (US. EPA). (INAA,2001).

⁹ MIFIC Ministerio de Fomento, Industria y Comercio

¹⁰ Análisis Sectorial Agua Potable y Saneamiento de Nicaragua (2004)

2.7.2 Características físico-químicas

El agua superficial o subterránea como consecuencia de sus propiedades o composición física química y de acciones naturales externas, presenta una serie de características: color, turbidez, sabor, temperatura, conductividad eléctrica, dureza, nitritos y sulfatos se consideran importantes los datos iónicos del agua, como nitrógeno, calcio, sodio, fósforo y potasio, entre otros.

2.7.3 Contaminación por Plaguicidas

Los contaminantes potenciales más significativos del agua son los fertilizantes y los plaguicidas al ser lixiviados desde la zona edáfica, especialmente los compuestos nitrogenados.

Los Organoclorados son los más peligrosos por su elevada toxicidad, por ser acumulativos, persistentes y difícilmente degradables han motivado las restricciones de su utilización, o su prohibición como en el caso del *DDT*; su baja solubilidad ha hecho sean adsorbidos por el suelo, especialmente los arcillosos, limitando notablemente la amenaza que podrían constituir para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas, (caso de la microcuenca de Colonia Roque).

Los compuestos organofosforados, carbamatos y triazinas presentan en general menos peligro debido a su facilidad de degradación en el ambiente y al hecho de poseer una limitada acción residual junto con una alta capacidad para ser absorbidos, parecen representar un riesgo menor.

2.7.4 Metales pesados

Se incluyen bajo esta denominación los iones metálicos que, aunque suelen aparecer como trazas en las aguas subterráneas naturales, pueden ser indicio de

contaminación cuando sus concentraciones son anormalmente altas: Al, Cu, Zn, Pb, Se, As, Cr, Fe y Mn.

2.7.5 Características biológicas del agua

Los parámetros biológicos en las aguas potables son de mucho interés. Muchos seres vivos se emplean como indicadores de calidad de agua. Así, según predominen unos organismos u otros, podremos saber el estado de un agua.

2.7.5.1 Bacterias en el agua

Las bacterias tienen en el agua una vía perfecta de transmisión y por lo tanto se han utilizado como indicadores ideales de contaminación. Es conocida la posible propagación de enfermedades por bacterias, producidas por contaminación fecal de origen humano o animal. La normativa recoge una serie de análisis microbiológicos: coliformes totales y fecales; estreptococos fecales, microorganismos parásitos y/o patógenos, para conocer el NMP y determinar el estado del agua.

2.7.5.2 Estudio del Plancton

Cada fuente de agua posee un conjunto de formas planctónicas cuya variedad abundancia y distribución le son propias y depende de su adaptación, a las características abióticas (temperatura, luz, oxígeno disuelto, concentración de nutrientes) y bióticas (depredadores, parásitos, competencias entre otros). (Infante A, 1988)

Comunidad Fitoplanctónica

En los sistemas acuáticos las algas y las cianobacterias constituyen el fitoplancton, es el primer eslabón de la cadena alimenticia, utiliza la energía solar para producir la materia orgánica.

El Fitoplancton se puede caracterizar de acuerdo con el estado trófico de los lagos y para conocer el estado trófico de un lago hay que basarse en criterios químicos físicos y biológicos. (Infante, A. 1988).

Comunidad Zooplanctónica

Los componentes animales del plancton de las aguas dulces están dominados por tres grupos principales: los Rotíferos y dos subclases de los Crustáceos, los Cladóceros y los Copépodos.

Comunidad Bentónica

Las comunidades que viven asociadas a la interfase agua sedimento en un río, lago u océano son todas las especies que se fijan al substrato o se desplazan sobre él. Entre ellos se encuentran insectos, crustáceos, anélidos, platelmintos y moluscos.

Los seres humanos tienen una gran influencia en todos estos factores, pues ellos depositan residuos en el agua y añaden toda clase de sustancias y de contaminantes que no están presentes de forma natural.

2.8 VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA

La degradación del medio ambiente y de los recursos naturales, ocasionado por su utilización como bienes y servicios ambientales, puede ser la causa de un excesivo desarrollo económico o por un desarrollo económico insuficiente. El crecimiento de la población, la extensión de los asentamientos humanos y la industrialización

provocan creciente contaminación en los factores físico-naturales más importantes para la supervivencia de las especies vivas.¹¹

El asunto no es escoger entre desarrollo y medio ambiente, sino proponer incorporar medidas de costo-eficiencia para restablecer, sustentar y proteger los sistemas naturales. El desarrollo sustentable aparece como una alternativa desde hace ya varias décadas y al igual que otros modelos surge a partir de las enormes crisis ambientales causadas por una racionalidad meramente económica y la progresiva pérdida de confianza en la viabilidad del modelo de crecimiento económico. Pero también es sabido que el desarrollo sustentable demanda estrategias diversificadas que permitan mejorar la realidad social, política, económica y ambiental específica de cada lugar.

La valoración económica del medio ambiente arroja información sobre el valor monetario que los miembros de un determinado colectivo le otorgan a las distintas alternativas medioambientales con las que se les confronta, definiéndose esta, como un conjunto de técnicas y métodos que permiten medir las expectativas de beneficios y costos derivados de algunas acciones tales como: uso de un activo ambiental, realización de una mejora ambiental, generación de un daño ambiental, entre otros.¹²

Se plantea la necesidad de la valoración económica de los recursos naturales a través de los diferentes enfoques de mercado en la búsqueda del establecimiento de un desarrollo sustentable.

¹¹ [Http://www.monografias.com/trabajos14/crecimientoecon/shtml](http://www.monografias.com/trabajos14/crecimientoecon/shtml)

¹² Herradora Doribel y Leopoldo Dimas. PRISMA 2001

2.8.1 Método econométrico de Valoración Contingente

Es una herramienta para estimar el valor económico de bienes y servicios del medio ambiente, para los cuales no existe mercado: se trata de simular un mercado a través de encuestas a los consumidores potenciales de servicios ambientales, en los cuales tienen la oportunidad de mostrar su disponibilidad a pagar por el servicio ambiental objeto de análisis.

Se les pregunta por la máxima cantidad de dinero que estarían dispuestos a pagar (DAP) o aceptar (DAA) por el servicio ambiental. De ahí se deduce el valor que para el consumidor medio, tiene el bien en cuestión.

En 1979, el Consejo de Recurso Hídrico de Estados Unidos (Water Resource Council) recomendó el método en sus “Principios y estándares para la planificación del recurso agua y recursos relacionados con el suelo”.

El catedrático de la Teoría Económica Diego Azqueta (1994), afirma que es posible acercarse al entendimiento del porque aunque la valoración económica del medio natural no es la respuesta última a los procesos de degradación y sobre explotación de la naturaleza, es una herramienta útil y complementaria en la formulación de políticas tendientes al desarrollo sustentable.

Por lo tanto, valorar económicamente los bienes y servicios ambientales significaría obtener una medición monetaria por los cambios en el bienestar que una persona o grupo de personas experimenta a causa de una mejora o daño en esos bienes y servicios ambientales. El valor económico que se establezca se convertiría en información útil para los agentes tomadores de decisión en términos de política de manejo de los recursos ambientales.

2.9 DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO

El diagnóstico participativo es un proceso de trabajo conjunto de un grupo de comunitarios y un facilitador promoviendo el pensar para obtener información de los problemas y deseos que se desean abordar, para buscar posibles soluciones.

Para la realización del Diagnóstico Participativo (DP), se aplica la Investigación Acción Participativa (IAP) como metodología que permite investigar la realidad, con los distintos problemas que en ella se presentan. A través de la Acción, Reflexión, Acción y usando el conocimiento que viene de la experiencia, se pueden desarrollar estrategias.

La Investigación Acción Participativa (IAP) se caracteriza por facilitar a los actores sociales un mayor conocimiento de su propia situación, para que en base a sus necesidades y expectativas puedan participar activamente en la planificación de intervenciones, bajo el precepto que para conocer hay que actuar sobre ella, porque no existe conocimiento válido que no se origine y compruebe en la práctica. Bajo estas consideraciones, constituye una metodología de acción comunitaria, de carácter participativo.

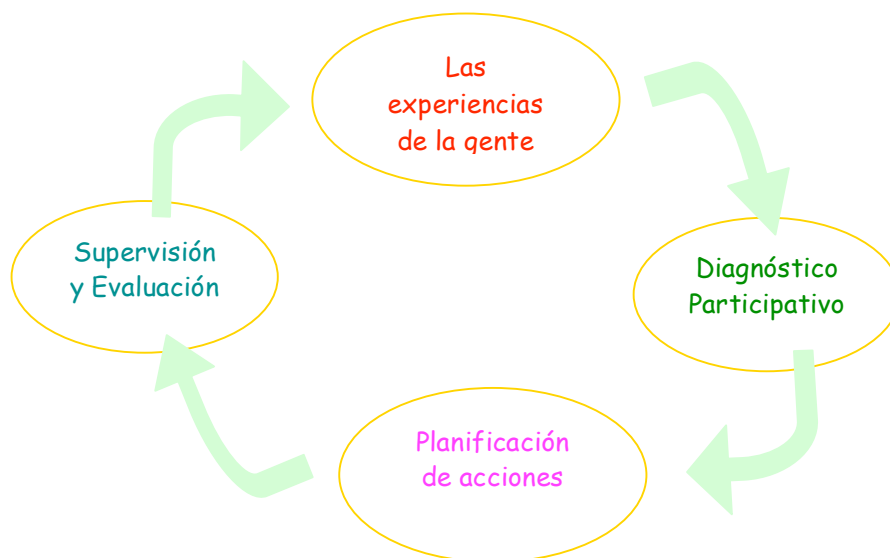
La Investigación Acción Participativa (IAP) es una herramienta metodológica, que se plantea avanzar en forma simultánea en la investigación de situaciones que vive la población, la sistematización y producción de conocimiento en torno a ellas “integrando elementos del saber popular”, la ciencia y la tecnología. El producto del nuevo conocimiento elaborado constituye la base de una acción organizada, que moviliza diversos recursos de la comunidad y técnicos para mejorar las condiciones de vida.¹³

¹³ Metodologías de apoyo a la gestión local. Planificación local participativa. 1999

2.9.1 La Participación comunitaria

Es el proceso en virtud del cual los individuos asumen responsabilidades en cuanto a su bienestar y los de la colectividad y mejorar la capacidad de contribuir a su propio desarrollo económico y comunitario.¹⁴

Cuando se prepara a una comunidad para la acción la está preparando para iniciar **El Ciclo de la participación comunitaria**. El Gráfico 2.1 presenta la participación como un ciclo de intervenciones en la determinación de problemas prioritarios, conocimiento de las necesidades y potencialidades, compartiendo **las experiencias de las gentes**, es el momento del **Diagnóstico participativo**, con la generación de información, la **planificación de acciones**, las metas, proyectos y la toma de decisiones para el fortalecimiento comunitario. El control en su implementación, **la supervisión, evaluación** de sus resultados permitirán que el ciclo se repita, se hace sobre la base de la evaluación hecha en el ciclo anterior.



Gráfica No. 2.1 El Proceso de la Participación comunitaria es un Ciclo

¹⁴ Adaptado de: El Proceso de fortalecimiento de una comunidad. Phil Bartle phd, 2005

El ciclo de desarrollo comunitario es una serie de intervenciones en un orden lógico y progresivo cada paso del ciclo de movilización se relaciona con los anteriores. Cada vez que terminamos el proceso incrementa el nivel de experiencias del promotor y de la comunidad.

2.10 Ciclo de proyecto de agua y saneamiento

El documento **Ciclo de proyecto de agua y saneamiento**¹⁵ **GAR** Gerencia de Acueductos Rurales, **ENACAL**, señala que “Para 1982, cuando se inició la atención al sector rural disperso, los programas de agua y saneamiento, no tenían estructurado un ciclo de proyecto que les permitiera identificar donde iniciaba y finalizaba la participación institucional en éstos”.

En 1999, la Gerencia de Acueductos Rurales (GAR), ENACAL - Managua, diseñó un ciclo de proyectos cuyo objetivo era la delimitación de la participación institucional y la participación comunitaria, con la finalidad de garantizar que las comunidades tengan la suficiente capacidad de mantener su obra de agua potable, fomentando la autosuficiencia y la sostenibilidad de los mismos.

Debido a que en la ejecución de los proyectos de agua y saneamiento se han incorporado nuevos elementos de participación comunitaria haciendo variar un poco los procesos de trabajo, actualmente el ciclo de proyectos ha sido sometido a revisión con la participación de todos los actores del sector en los cuales figuran ENACAL - Nivel Central, Gerencias Territoriales Regiones I, II, V , VI, COSUDE/AGUASAN, UNICEF, Save Children, Fondo de Contravalor Canadá, CARE-PALESA, EHP, INAA, AOS, PRASNIC y KFW.

¹⁵ Ciclo de Proyecto de Programas de agua y saneamiento, ENACAL, Nov.2001

El ciclo está estructurado por tres etapas: Identificación, implementación y sostenimiento, en donde cada una tiene sus propias fases persiguiendo un objetivo común. (Ver Anexo No. 1)

En busca de, descentralizar la administración de los sistemas rurales de abastecimiento de agua potable, ENACAL, a través del GAR, ha logrado formar los Comité de agua potable y saneamiento (CAPs), los que nacen supuestamente, a partir de la construcción de cada obra de abastecimiento de agua y tienen bajo su responsabilidad los costos de operación, mantenimiento y administración de las obras.¹⁶

La Ley de Participación ciudadana, señala como un tema de vital importancia para el trabajo con las comunidades y en especial con los CAP's y las organizaciones de usuarios, se establecen en los Artículos 53 y 54, "el derecho de la sociedad local a organizarse y participar de modo permanente en las instancias locales de formulación de políticas públicas. De igual forma, posibilita la autogestión de proyectos y programas de desarrollo a la población organizada, debidamente articulada con los planes de las instituciones públicas

Los miembros de un CAPs deben ser electos, en asamblea donde deben estar presentes todos los jefes de familia, sean estos hombres o mujeres, los candidatos, deben conocerse antes de las elecciones para que sean apoyados en el cumplimiento de sus responsabilidades, que serán de beneficio comunal.

¹⁶ Los costos deben cubrirse con recursos de la comunidad beneficiada por lo tanto son auto sostenibles e independientes tanto administrativa como técnicamente, funcionando como unidad organizativa de la comunidad.

2.11 Manual para proyectos rurales de agua con participación comunitaria

El Manual Trabajando Juntos, es una guía para el Facilitador, desde antes de iniciar el proyecto en una comunidad, un instrumento útil que sirve de apoyo en la planificación del diagnóstico participativo ayudando a identificar las pautas esenciales para el desarrollo comunitario.

- ⊕ El Manual es una herramienta importante como guía en un proyecto de desarrollo para la obtención de un nuevo sistema de agua, aplicándolo en la comunidad con el fin de educarla en el uso y explotación de su sistema hídrico y su mantenimiento, para asegurar la calidad óptima del agua para consumo futuro.
- ⊕ El Manual presenta una serie de dinámicas elaboradas específicamente para respaldar un proceso participativo que parte del análisis de la situación actual, para luego centrarse en la planificación para el futuro.

2.12 Plan de Acción Participativo

Es el producto final del proceso de investigación científica y de la acción de la comunidad. El Plan concentra las actividades, en base a las necesidades valoradas como prioritarias, a través de un análisis de resultados del estudio y al sentir colectivo, estas acciones tienen más probabilidades de éxito porque cuentan con el consenso general de la población y constituyen un desafío, donde, se tiene que tener claro que el futuro de la comunidad depende de las decisiones que se tomen.

Un Plan de Acción exitoso debe estar construido en base a un dominio, de los posibles obstáculos, potencializando fortalezas y oportunidades, aminorando las debilidades y definiendo estrategias de acción, coherentes con la realidad, una visión compartida de la comunidad acerca de la concepción y el alcance del Plan de Acción que garanticen un proceso de planificación exitoso.

III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE ESTUDIO

De acuerdo a las características del estudio presenta una visión de conjunto en la investigación científica con **Enfoque cuantitativo** por el abordaje de investigación tradicional, mide valores hidrológicos, hidrogeológicos y de calidad de agua, para obtener un conocimiento. **Tendencia a la investigación cualitativa**, por alcanzar el nivel comprender la realidad de sus vivencias y principalmente de **Investigación acción participativa** (IAP), al hacer énfasis en el transformar de sus sistema de valores, sus condiciones de vida, su capacidad de gestión por un futuro mejor de la comunidad. **Descriptivo**, porque permite conocer el comportamiento del fenómeno en estudio, **Prospectivo**, al aportar conocimientos para resolver un problema un ordenamiento de sus probabilidades de ocurrencia.

prospectivo supone hacer previsiones sobre el futuro planificación requiere, al menos, una aproximación de los "futuros probables"

y de **corte transversal**, por permitir analizar una problemática que enfrenta la comunidad en un tiempo determinado.

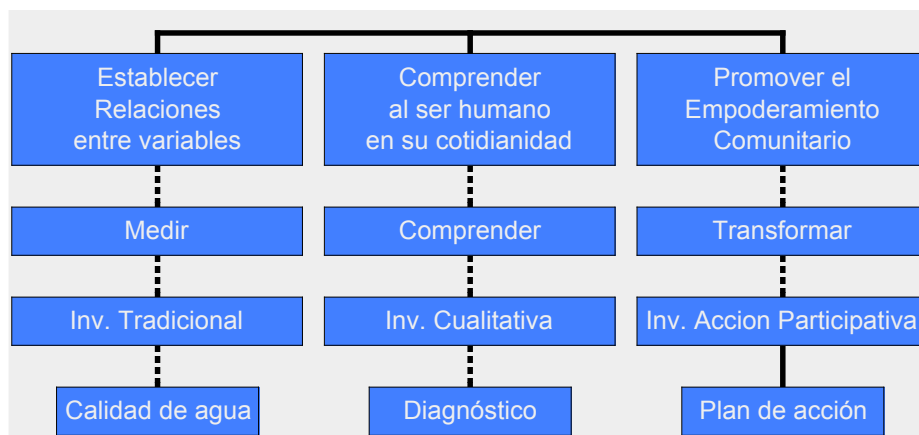


Gráfico No. 3.1 Tipo de investigación: Investigación Acción Participativa

(Fuente: Piura, J)

3.2 UNIVERSO DE ESTUDIO

Comunidades con problemas de abastecimiento de agua potable. Municipio de Tipitapa, Departamento de Managua.

3.3 POBLACION

Microcuenca donde esta ubicada la comunidad de Colonia Roque, seleccionada por conveniencia. Comprende 32 Km² e incluye las comunidades de: Chilamatillo, Empalme de San Benito, San Benito Agrícola, Los Laureles y el Caserío El Trescientos.

3.4 MUESTRA DE ESTUDIO

Se realizaron giras explorativas a las diferentes comunidades del municipio de Tipitapa, elaborando un diagnóstico rápido participativo. Se aplicó criterios de selección de comunidades, instrumentos del Ciclo de Proyectos de ENACAL, se analizaron los datos encontrando, que la situación más crítica en cuanto a abastecimiento de agua es la **comunidad de Colonia Roque** y a la vez cumple con los requisitos para el desarrollo del tema de Tesis, constituyendo de esta manera la muestra de estudio.

3.5 VARIABLES DE ESTUDIO

Características generales de la comunidad y/o microcuenca

3.5.1 Aspectos sociales, económicos, ambientales y culturales

Aspecto demográfico, situación laboral, migración, Educación, Salud, Servicios básicos, recreación, Vivienda, comunicación, religión, Manejo de desechos sólidos, uso y disponibilidad de letrinas, disponibilidad de agua, usos y tratamiento del agua, historia de la comunidad, Tenencia de la tierra, Nivel organizativo y Costo del agua.

3.5.2 Características biofísicas de la microcuenca

Clima, Hidrología, Hidrogeología, Geología, Uso del Suelo, Flora, Fauna, Calidad de Agua, Fuentes de Contaminación.

3.6 MÉTODOS APLICADOS EN EL ESTUDIO

3.6.1 Observación directa

Permitió conocer el comportamiento de las variable consideradas en el estudio indicándonos las características de la microcuenca, identificación de especies de flora y fauna silvestre, tipo de suelos y cultivos, tipo de rocas, valoración de la situación de saneamiento, actitudes, prácticas higiénicas, uso y manejo del agua.

3.6.2 La Descripción

Por medio de este método se pudo caracterizar y determinar las variables para este estudio.

3.6.3 Diagnóstico Rápido Participativo

A través de giras explorativas para observación in situ y entrevistas a actores locales y Grupos focales, lo que permitió tener un mayor conocimiento de la situación de las comunidades y sus fuentes de abastecimiento de agua potable.

3.6.4 Entrevista

Orientadas a dirigentes comunales, líderes de opinión, actores sociales Alcaldía, de Tipitapa, ENACAL, MINSA, ONG's con presencia en la zona de estudio e informantes claves conocedores de la zona.

3.6.5 Encuesta

Aplicadas en 52 viviendas, correspondiendo al 43% de las viviendas censadas por el comité auxiliar. Estas fueron dirigidas a jefes de familia.

3.6.6 Programas computarizados

- Método de Theis y Jacob. Aquifer Test. (Waterloo Hidrologic), Jacob & Cooper, para procesar pruebas de bombeo de pozos.
- Método de Porchet: Infiltrómetro, tipo simulador de lluvia: Prueba de Infiltración.
- Método Balance Hídrico de Suelo: Losilla.
- Método Aquachen: Determinar calidad físico química del agua.
- Método de Gunther Shosinsky: Cálculo de la Capacidad de infiltración f_c .

3.6.7 Método Empírico de Thornthwaite

Cálculo de la Evapotranspiración

3.6.8 Método de valoración contingente

Método econométrico aplicado para conocer la disposición a pagar de los comunitarios con un nuevo sistema de agua potable (D.A.P.)

3.7 INSTRUMENTOS Y EQUIPOS PARA LA COLECTA DE LOS DATOS

- Manual de desarrollo participativo para Proyectos de agua. (CARA-Nicaragua.2002)
- Ciclo de proyectos para proyectos de agua potable ENACAL, 2001.
- Formato de valoración de las actividades de gestión de los CAPs.
- Hoja de control para toma de muestras de aguas (varios).
- Mapas topográficos, geológicos y potencial de suelo.
- Instrumentos utilizados para el muestreo y análisis bacteriológico, físico-químico, biológicos y plaguicidas.
- Ficha de campo: Para determinar el valor de cada una de las variables.
- Guía de entrevista: Para la medición de variables socioeconómica.

- Diagnóstico participativo de la comunidad de Colonia Roque.
- Plan de acción participativa.
- Sistema de Información Geográfica (SIG) ARWIEV
- Sonda eléctrica para medir niveles de agua.
- Inventario de fuentes de agua: medición de niveles de pozos excavados y perforados, Georeferenciación ubicar por GPS, (Ver anexo No. 5b).

3.8 PROCEDIMIENTOS PARA LA MEDICIÓN DE VARIABLES

Los procedimientos se dividieron en tres etapas:

- Etapa preliminar
- Etapa de Investigación: Talleres de Acción Participativa y Estudio de Campo Participativo
- Etapa de Procesamiento y Análisis de datos

3.8.1 Etapa preliminar

Trabajo de gabinete: Recopilación de información existente de la zona de estudio, mapas y análisis documental de estudios regionales.

- Visitas a la Alcaldía de Tipitapa, ENACAL y ONG`s con presencia en el municipio de Tipitapa.
- Giras exploratorias por las comarcas y comunidades de Tipitapa para seleccionar comunidad de estudio.
- Presentación y aprobación de protocolo
- Delimitación de la microcuenca: De acuerdo a la red de drenaje natural y elevaciones del terreno cubriendo una superficie de 32 Km².
- Adaptación de Tesis a Ciclo de Proyecto de INAA (Anexo No. 1)

3.8.2. Etapa de Investigación Acción Participativa

2.8.2.1 Diagnóstico Participativo

▪ Talleres

El conocimiento de los aspectos sociales, culturales, económicos, ambientales y organizativos de la comunidad a través de un proceso de Investigación cualitativa, para alcanzar el nivel comprender al ser humano en su cotidianidad se obtuvieron a través de talleres de capacitación a líderes, actores sociales, comunitarios y sistematización de experiencias, aplicando el Manual para Proyectos de agua de CARA, el que invita a la acción reflexiva, con la realización de las siguientes dinámicas:

- Lluvia de ideas
- Dinámicas FODA
- El Gráfico de Tendencias
- Los Diagramas de Venn
- El reloj de rutina diaria
- El calendario estacional
- El mapa de la comunidad

3.8.2.2 Estudio de Campo Participativo

⊕ Caracterización biofísica de la microcuenca

▪ Verificación de usos de suelo:

Con el apoyo del mapa base y observación en el campo se confirmó los tipos de suelos, cultivos que realizan, las prácticas agrícolas, zonas boscosas, erosión y tenencia de la tierra.

- **Estudio Hidrogeológico de la Microcuenca**

- **Reconocimiento geológico**

El reconocimiento geológico se realizó por observación directa, con apoyo especializado, tomando como base referencial el mapa geológico (1972) a escala 1: 50.000.

- **Inventario de fuentes de agua**

El inventario permitió seleccionar los sitios de muestreos representativos utilizando como principal criterio su ubicación en la parte alta, media y baja de la microcuenca y mayor número de usuarios. (Anexo No. 5b).

- **Elaboración de Pruebas de Bombeo**

Para conocer Parámetros Hidráulicos del Acuífero.

- **Pruebas de Infiltración**

Se realiza prueba de infiltración. Utilizando el *Método de Porchet*::

El procedimiento es simulando un infiltrómetro (tipo simulador de lluvia) Consiste en la construcción de un pequeño pozo cilíndrico de 30 cm. de diámetro y 40cm. de profundidad, se satura de agua por espacio de una a dos horas hasta alcanzar un equilibrio, se procede a medir, controlando el tiempo y espacio que va descendiendo en mm. Anotar cuidadosamente.

3.8.3 Etapa de Procesamiento y Análisis de datos

3.8.3.1 Elaboración de columnas litológicas y perfiles geológicos:

Con la información de los registros históricos de los pozos de la zona de estudio. Suministrados por: INETER, ENACAL y Perforaciones IPENSA – McGregor.

3.8.3.2 Cálculo y análisis de parámetros hidráulicos del acuífero

Para conocer las características hidráulicas del acuífero fue necesario realizar dos pruebas de bombeo en pozos perforados de la microcuenca. Estos ensayos se llevan a cabo para determinar los parámetros hidráulicos del acuífero.

▪ Transmisividad

Se introducen datos de las pruebas de bombeo en el programa Aquifer Test (Waterloo Hidrologic), manejando el método de Jacob & Cooper, se grafican en hoja semilogarítmica los datos: tiempo / abatimiento.

La fórmula para el cálculo de transmisividad es:

$$T = 2.3 Q / 4\pi \Delta s$$

- T = Transmisividad (m²/dia)
- Q = Caudal de bombeo
- Δ = Diferencia de abatimiento

3.8.3.3 Estudios hidrometeorológicos

Se trabajó con los registros de INETER de las estaciones meteorológicas circundantes al área de estudio: Precipitación, Temperatura, Humedad Relativa, Evaporación, Insolación y Nubosidad.

3.8.3.4 Balance Hídrico de Suelos

Para la realización del balance hídrico de Suelos, se utilizó una hoja de cálculo (Gunter & Losilla) para introducir los datos de la zona de estudio como son: Tipo de suelo, Profundidad de Raíces mm, Capacidad de Campo en %, la Densidad del Suelo, peso específico y el Punto de Marchites y el fc calculado en las pruebas de infiltración. Brindando de manera automática el agua disponible después de la ETP, AgD, la precipitación que escurre (Pe), humedad del suelo final (HSf), la recarga potencial del acuífero (Rp) y la necesidad de riego (NR).

▪ **Cálculo de la Capacidad de infiltración f_c**

Para determinar el f_c , con los resultados de las pruebas de infiltración.

Se utilizó la fórmula de correlación estadística de **Gunther Shosinsky (1998)**.

Fórmula (f_c) (mm/día): % $P_i > 1$, entonces $P_i = 1$

La fórmula de la capacidad de infiltración aplicada es la siguiente:

$$\%P_i = (-2.74 * 10^{-5} f_c + 0.2284) \ln(f_c) + 0.00159f_c - 0.586$$

Donde: $\%P_i$: Porcentaje que se infiltra de la precipitación.

f_c = Capacidad de infiltración básica (mm/día)

Una vez obtenidos los porcentajes de infiltración, se procede a realizar el cálculo de la precipitación efectiva, multiplicando dicho porcentaje por la precipitación pluvial.¹⁷ (J. Almorox).

Precipitación efectiva

Un dato significativo para el balance hídrico es la capacidad de infiltración obtenido a partir de las Pruebas de infiltración y para obtener la Precipitación Efectiva se requiere de la Precipitación que infiltra (P_i) que se obtiene en el Balance Hídrico y se multiplica por la Precipitación Media (P_m).

$$P_e = P_m * P_i$$

▪ **Evapotranspiración**

Se calculó, con la fórmula de Thornthwaite, utilizando la Evaporación potencial, la media mensual de las temperaturas diarias del aire, calculando un índice de calor

¹⁷ (J. Almorox, <http://www.eda.etsia.upm.es/>).

mensual y las precipitaciones medias mensuales de las tres estaciones Meteorología de INETER, próximas al área de estudio.

La fórmula para calcularla es la siguiente:

$$ETP = 1.6 Ka (10 T_j / I)^a \quad I = \sum i_j$$

$$i_j = 0.09 (T_j), a = (1.6 / 100) I + 0.5 Ka Ka (1 / 100) I + 0.5 T_j = 2.2.1$$

3.8.3.5 Mapa de Isofreáticas

En base a medición de niveles de los pozos, ubicación en coordenadas UTM y usando el método de triangulación uniendo los puntos de igual cota para determinar la red de flujo.

3.8.3.6 Recarga Potencial del acuífero

Es una de las entradas de humedad del suelo que se analiza por medio del balance hídrico, el cual involucra para su determinación los componentes básicos del ciclo hidrológico (precipitación, infiltración y evapotranspiración).

3.8.3.7 Disponibilidad del acuífero

La ecuación general de balance de acuerdo a la ley de conservación de las masas: Entrada (E) - Salidas (S) = Cambio de Almacenamiento

Aplicando esta ecuación al estudio del acuífero queda representado así:

Recarga Total – Descarga Total = Cambio en la Unidad hidrogeológica Se determina por medio de la siguiente expresión:

$$\text{Disponibilidad anual de agua} = \text{Recarga Total} - \text{Descarga Total}$$

3.9. EVALUACIÓN DEL ACTUAL SISTEMA DE AGUA

Con el fin de planificar y diseñar el nuevo sistema de agua potable, ubicando el nuevo pozo en un lugar de menor vulnerabilidad a la contaminación y planificar la red de distribución se realizó:

⊕ **El Cálculo de la Explotación actual del acuífero**

⊕ **Levantamiento Topográfico de la comunidad de Colonia Roque:** con el fin de conocer número y distribución de las casas de la comunidad y la red de distribución del agua potable.

⊕ **Análisis hidráulico de la red de distribución** Programa EPANET 2 (ENACAL / GAR).

⊕ **Análisis de la distribución de caudales** en los nodos en el sistema actual (ENACAL / GAR).

⊕ **Proyección de la demanda de agua** para los próximos 10, 15 y 20 años.

De acuerdo a la fórmula: $P_n = P_o (1+i)^n$,

P_n = Población futura a n años

P_o = Población actual

i = Tasa de crecimiento actual (%)

n = número de años consecutivos en la población

3.10 CALIDAD DE AGUA

3.10.1 Muestreo de aguas superficiales y subterráneas

Se planificaron dos campañas de muestreos: época seca y época lluviosa. Se analizaron: Características físico-químicas, hidrobiológicos y plaguicidas, valorando aquellos que sobrepasan las normas de calidad, según CAPRE y OPS/OMS. Se seleccionaron 5 pozos perforados de consumo humano 4 de estos de uso comunal, se realizó muestreo en la laguna y en el efluente del Plantel de pollo Real.

- **Colecta de muestras**

Las muestras de aguas superficiales y subterráneas fueron colectadas siguiendo las Normas Técnicas Nicaragüense (NTN 04001-98) y procesadas de acuerdo a los Manuales de procedimientos del Centro para la Investigación de Recursos Acuáticos de Nicaragua CIRA-UNAN-Managua. (ANEXO No. 12)

3.11 CARACTERIZACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO AMBIENTAL

Esta caracterización permite identificar la vulnerabilidad del lugar ante posibles eventos ambientales, hidrológicos y geológicos que pueda atentar contra el proyecto de agua potable.

3.12 VALORACIÓN DE LA SITUACIÓN DE SANEAMIENTO

La valoración de conocimientos, actitudes y prácticas de higiene se realizó primero a través de la observación directa en recorridos por la comunidad, en visitas casas por casas, tomando en cuenta la higiene personal, domiciliar, de la comunidad y especialmente el uso y manejo del agua realizado por dinámicas participativas durante los talleres.

3.13 INVENTARIO DE FLORA Y FAUNA

- Guía de aves de Costa Rica
- Árboles de Nicaragua. Salas J.B.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO

El presente Diagnóstico Participativo contiene información generada en los talleres con comunitarios de Colonia Roque y el estudio de campo de la microcuenca. De esta manera, se logró conocer las características socioeconómicas, biofísicas y ambientales entre otras, de la comunidad y del área definida como microcuenca, a fin de investigar e implementar un modelo participativo de cuenca, como propuesta alternativa a la solución de la problemática del agua.

4.1 ASPECTO SOCIOECONÓMICOS

Desde su fundación la comunidad de Colonia Roque en el año de 1953, ha experimentado muy poco desarrollo socioeconómico. La Escuela fue construida en el año 1970, la energía eléctrica llegó a la comunidad en el año 1979, la iglesia católica es construida en el 2001 y la Alcaldía municipal de Tipitapa benefició a la comunidad con luminarias en las calles en el año 2000.

A continuación se presentan una serie de datos que muestran el nivel de vida que ha alcanzado la población desde su fundación hasta la fecha:

4.1.1 Aspectos Demográficos

Según datos del censo realizado por el comité auxiliar (2002) que representa a la Alcaldía Municipal de Tipitapa en la comunidad, se cuenta con una población

aproximada de 717 personas, un total de 143 familias, un promedio de 6 personas por familia y un total de 121 viviendas.¹

De acuerdo a los resultados del censo poblacional de Colonia Roque, se puede apreciar que el 49% de la población, corresponde al sexo masculino y el 51% al sexo femenino, estando estos porcentajes en situación similar al promedio nacional de acuerdo a datos del INEC, 1995.

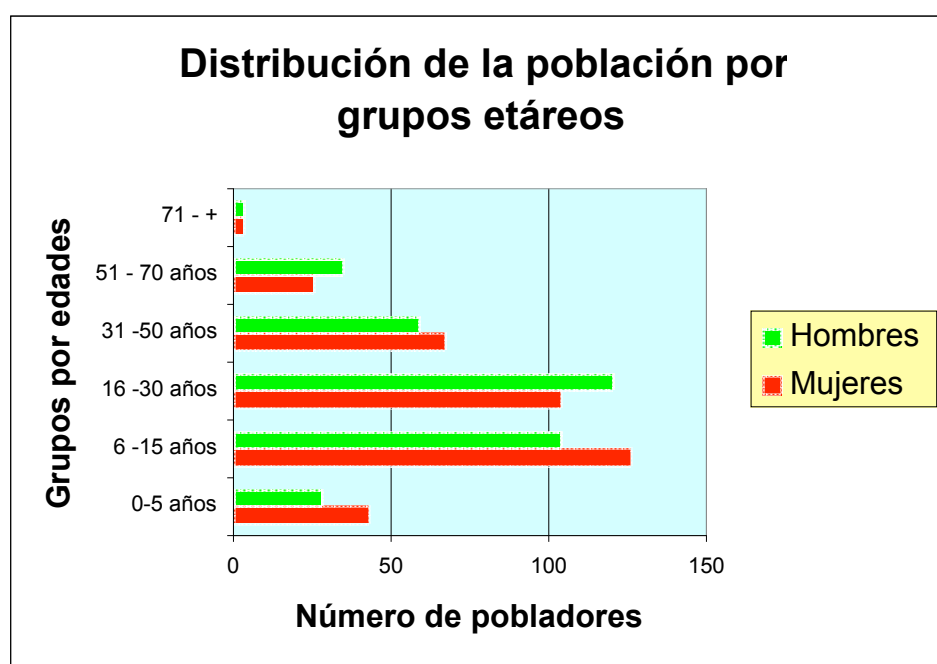


Gráfico No. 4.1: Clasificación por grupo etáreo y sexo

Fuente: Censo poblacional, Comité auxiliar Colonia Roque, 2002.

En el Gráfico No.4.1 se observa que la población en un nivel significativo está conformada por niños y adolescentes, entre las edades de 6 a 15 años y de 16 a

¹ Datos confirmados en dinámica de taller y en la elaboración del mapa de la comunidad contando con el apoyo del promotor de la alcaldía, Lic. Dennis Putoy.

30 años. El segundo rango mayoritario está entre los 31 - 50 años, que agrupa a la parte más importante de la Población Económicamente Activa (PEA).

El grupo de edad de 0 – 5 años ocupa el tercer lugar y el grupo de mayor edad son los que están en menor número. Los nacimientos registrados en el último año ascienden a 5, la mortalidad es de 1 persona por año. Esto muestra una tasa de crecimiento de aproximadamente del 1 % anual en la comunidad.

Las personas en edad de trabajar se calculan en 385 y de estos el 20% tienen trabajo permanente, la mayoría son mujeres. El 25 % de la población total tienen algún tipo de trabajo lo que evidencia que la *mayoría de los pobladores no tienen muchas oportunidades de empleo*, que es uno de los problemas más graves de la comunidad.

Problema identificado: Alto nivel de desempleo.

4.1.2 Situación educativa

Colonia Roque posee una escuela primaria multigrado, con el nombre de Escuela Mixta Alfredo Roque, se imparten clases de primero a sexto grado.

La Escuela fue construida por CARE en el año de 1970, rehabilitada por el Fondo de Inversiones para Servicios de Emergencias (FISE) y algunas reparaciones por el proyecto APRENDE en el año de 1998 el edificio escolar se encuentra en regulares condiciones, con tendencia a deteriorarse por la falta de mantenimiento de sus aulas, posee un pabellón de cuatro aulas y un anexo de palmas para impartir clase a preescolar. Es atendida por cuatro maestros, sólo uno de ellos en la comunidad.

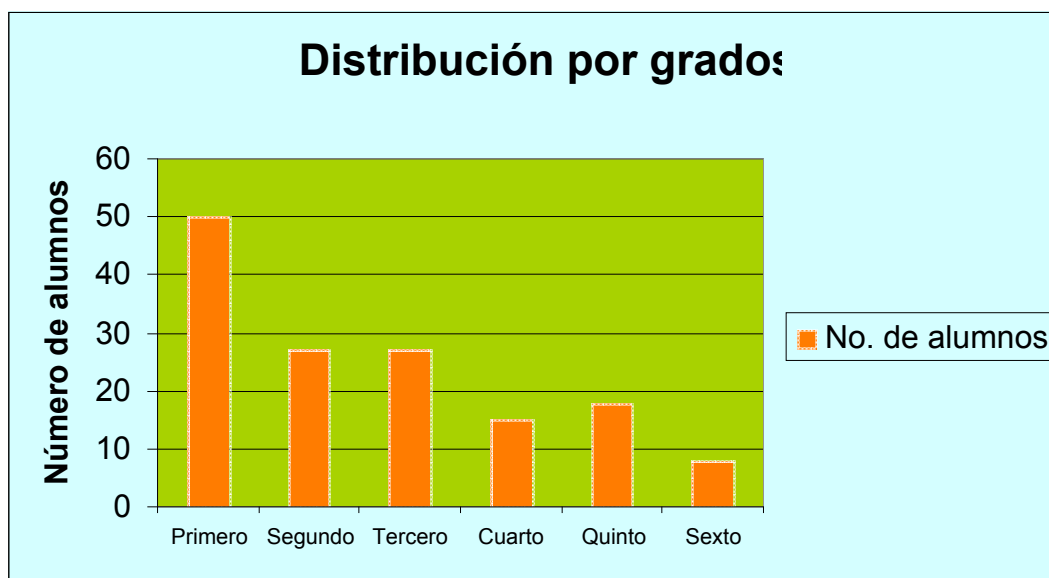


Gráfico No. 4.2 Distribución por grados y número de alumnos.
Fuente: Dirección de la Escuela Alfredo Roque

Puede apreciarse que más del 50% de la población estudiantil está en los primeros grados, dándose la mayor *deserción* en los grados superiores. (Ver Gráfico No. 4.2).

Si sumamos el número total de estudiantes en la escuela primaria y los que estudian secundaria tenemos un total de 163 nin@s, si comparamos con el cuadro de grupos de edades encontramos que un 23% está estudiando y deberían estar al menos en primaria el 32% de la población.

El problema más sentido en el ámbito educativo es la deserción estudiantil. La educación secundaria es cursada por 18 jóvenes, correspondiente al 2.5% de la población, los que tienen que viajar fuera de la comunidad para poder estudiar.

Según datos de los pobladores de la comunidad, se estima que un 57% de *habitantes no saben leer ni escribir*, correspondiendo a más de 400 personas analfabetas, Siendo más elevado en los grupos de edades de 15 años y más que de manera efectiva pertenece a la Población Económicamente Activa (PEA).

En la Escuela no se tiene un sitio seguro para tomar agua, no hay un grifo, realizan una seria manipulación para obtener el vital líquido significando una gran amenaza para la salud de los escolares. Las letrinas se encuentran en malas condiciones.

Problema identificado: Alto nivel de analfabetismo y deserción escolar.

4.1.3 Situación de Salud

La ocurrencia de enfermedades en la comunidad es muy grande. En el Cuadro No. 4.1 se puede observar que lo más común en la población infantil son las *enfermedades diarreicas, parasitosis, enfermedades respiratorias, anemias y desnutrición* en infantes y adultos. En los adultos se conoció que son afectados por graves enfermedades como: infecciones renales, infecciones en la piel, problemas en los pulmones, diabetes, artritis y cáncer.²

Cuadro No.4.1 Enfermedades más comunes y grupos afectados

Enfermedad	Afectación		Sexo	Edad
	Hombres	Mujeres	Niños	Niñas
Malaria	*	*	*	*
Dengue	*	*	*	*
Diarrea	*	*	*	*
Parásitos	*	*	*	*
Anemia	*	*	*	*
Neumonía	*	*	*	*
Problemas renales	*	*		
Infección en la piel	*	*	*	*
Asma	*	*	*	*
Artritis	*	*	*	

² Comunicación personal de Dra. Acevedo y comunitarios, 2002). Se recibe apoyo del Ministerio de salud durante las Jornadas de vacunación y abatización.

Hipertensión	*	*		
Cáncer	*	*	*	*
Diabetes	*	*		
Tuberculosis		*		

Fuente: Entrevista a comunitarios y C. Salud E. San Benito y Tipitapa, 2002.

4.1.3.1 Prácticas sanitarias

La mayor parte de sus enfermedades las curan con plantas medicinales que han utilizado tradicionalmente (Ver Cuadro No. 4.2).

En Colonia Roque no poseen centro de salud, cuando los enfermos no se pueden controlar en las casas y muestran signos de complicación son trasladados hacia el centro de salud de Tipitapa y en casos especiales van hasta un hospital capitalino.

Cuadro No. 4.2: Uso de plantas medicinales

Planta medicinal	Usos tradicionales
Hierba buena, apazote y ajo	Controlar parásitos
Miel de jicote	Limpiar el estómago y problemas de pulmones
Café o sal	Curar y limpiar heridas leves.
Té de eucalipto, cáscara de jiñocuabo y flor de marango	Controlar la tos
Té de zacate limón	Bajar las fiebres
Té de orégano, manzanilla y altamiz	Como relajante corporal
Purgantes de plantas	Limpiar piel y estómago

Fuente: Entrevistas a comunitarios Colonia Roque. 2002.

Son atendidos por el Ministerio de salud (MINSa) en las Jornadas de vacunación, abatización, desparasitación y control de Malaria, hay una brigadista comunal que toma el examen de la gota gruesa y lo transporta al Centro de Salud de Tipitapa.

En la comunidad de Colonia Roque *no hay Médicos, ni enfermeras, ni farmacias*, tampoco persona que se dedique a la Medicina natural. No existe programa de salud materna, en la comunidad hay dos parteras que viven en la comunidad, algunas mujeres van a tener sus niños al Centro de Salud o a los Hospitales de Managua.

Problemas identificados: Las enfermedades más comunes son: malaria, dengue, enfermedades de la piel, enfermedades respiratorias, diarreas y problemas renales.

No poseen puesto de salud, no hay personal de salud, ni farmacias.

4.1.4 Servicios básicos e Infraestructura

4.1.4.1 Agua y saneamiento

El pozo presenta un *brocal bastante deteriorado*, el agua de consumo humano no recibe ningún tipo de tratamiento y posee un tanque de 5000 galones, así como una bomba de 3 HP, con lo que se abastece a una población de 717 personas, de uso exclusivo para consumo humano.

Se explota a razón de 4 horas diarias: 2 horas sector de arriba y 2 horas sector de abajo, *la conducción del sistema se presume esta averiada y por ahí escapa parte del agua bombeada, otro problema es la falta de presión necesaria para funcionar a través de los grifos* por lo que se abren fosas o excavaciones para poder captar por gravedad la poca agua que puede salir. Existe un sector de la comunidad en que faltan conexiones domiciliarias.

La captación es realizada por mujeres y niñ@s quienes son los que se encargan de garantizar el abastecimiento necesario para su casa, realizándolo en *precarias condiciones higiénico-sanitarias*, lo que viene a someter a los pobladores a un

riesgo permanente, con el mal manejo y manipulación en la captación y en el almacenamiento, Otro problema es que no existe un personal capacitado en operación y mantenimiento de sistemas de agua.

Se constataron malos hábitos de limpieza en las casas y falta de aseo personal en adultos y niños. El manejo de la basura es variado unos la queman otros la tiran en los patios y otras las llevan a un predio al noreste de la comunidad, donde no recibe ningún tipo de tratamiento y otros la meten en pozos en desuso, poniendo en peligro la contaminación al acuífero. Las calles están llenas de aguas residuales por la falta de drenaje lo que representa un potencial criadero de vectores de enfermedades transmisibles.

La quebrada la Fuente, seca en verano, durante el invierno se sale de su cauce produciendo inundaciones en la comunidad de Colonia Roque, provocando que las *letrinas se inunden contaminando de heces fecales* entre otros efectos ambientales que ocasiona.

Otro problema higiénico sanitario es la presencia de abundante estiércol de ganado, en casas, calles y corrales como también de porquerizas, es uno de los problemas de contaminación ambiental local que más se quejan los habitantes de la comunidad de Colonia Roque.

Aproximadamente el 9% de las viviendas tienen letrinas construidas en los patios, en buenas condiciones, 19% en malas condiciones y el 72% no poseen por lo que acuden algunos donde vecinos y la mayoría al aire libre. La falta de letrinas es una necesidad imperante de cubrir por la población de la comunidad.

Los líderes comunales señalan que algunas viviendas cuentan con los servicios básicos de energía eléctrica, *El 40 % de las viviendas pagan sus facturas de energía eléctrica, el resto de casas la obtienen de manera irregular*, lo que constituye un riesgo para la población.

La carretera que comunica la comunidad de norte a sur es excelente, lo que les permite tener muy buen acceso a la cabecera municipal y a la capital. Caso contrario ocurre con la *comunicación hacia las comunidades vecinas* porque tienen que transitar 3 caminos de tierra (15 km.) de buen tránsito en verano, pero por su tipo de *suelo arcilloso es de difícil acceso durante el invierno, el que se vuelve imposible transitarlo.*

4.1.4.2 Situación de Viviendas

Se contabilizan un total de 121 viviendas, todos las familias que habitan son dueñ@s. No existen casas de alquiler, ni de cuido, se pudo constatar la presencia de 20 familias sin viviendas, las que habitan en casas de familiares.

Respecto a la legalidad de sus propiedades, se afirma que todas las familias son propietarias porque se les entrego una carta con derecho de posesión, pero no cuentan con escrituras o documentos legales.

Los materiales de construcción de las viviendas son variados. Muchas de las casas fueron construidas hace muchos años (desde la fundación de la colonia), y se encuentran muy deterioradas por la falta de mantenimiento y la ocurrencia de fenómenos naturales como terremotos y huracanes, que han debilitado su estructura.

Existen viviendas recién construidas que no ofrecen mucha seguridad a sus moradores, son construcciones rústicas que no guardan los parámetros de una construcción segura.

El Cuadro No. 4.3 señala que la mayor parte de las casas (61%) están construidas con techos de zinc, paredes de bloques. En menor porcentaje se encuentran, las casas de construcción más recientes que son edificadas con materiales de baja calidad: madera, zinc y plástico (10%).

Cuadro No. 4.3 Materiales de construcción de las viviendas

Materiales de construcción	Número de viviendas	Porcentaje de viviendas
Bloque y Zinc	32	61
Madera y teja	8	15
Bloque, madera y zinc	1	2
Madera, plástico y teja	4	8
Plástico, madera y zinc	2	4
Madera y zinc	3	6
Tierra y zinc	2	4
TOTAL	52	100%

Fuente: Encuesta a comunitarios de C.R.

Las casas se distribuyen internamente con cuarto y cocina, en menor porcentaje se construyen salas y cuartos separados.

En el Cuadro No. 4.4 se presenta que la mayor parte de las casas se construyen con techos de teja, paredes de bloques, piedras y piso de ladrillos o de tierra.

Cuadro No. 4.4 Tipo de piso por viviendas

Tipo de piso	No. viviendas	%
Ladrillo	10	20
Tierra	35	67
Embaldosado	7	13
TOTAL	52	100%

Fuente: Encuesta a comunitarios de Colonia Roque

En menor porcentaje se encuentran las casas en estado deplorable, que son aquellas construidas con ripios o materiales de baja calidad.

El cuadro presenta que la mayor parte de las casas tienen piso de tierra 67%, y el 33% de las viviendas tienen algún tipo de protección.

El mobiliario más frecuente que puede encontrarse en las viviendas son: mesas de madera, sillas plásticas, asientos de madera, bancas, tijeras, hamacas entre otros.

Problemas identificados

Falta de abastecimiento de agua, mal manejo en el almacenamiento del agua y no recibe tratamiento, mal manejo de la basura, alto nivel de contaminación ambiental en la comunidad.

4.1.5 Cultura y tradiciones

4.1.5.1 Celebraciones

El año 2001 se construyó la iglesia San Roque. Se celebraron las primeras fiestas patronales, en el año 2002 con una alborada, palo lucio, chicheros, toros encuestados, carreras de cinta, procesión de San Roque y fiesta popular, siguiendo las tradiciones y folklore nicaragüense.

4.1.5.2 Tradiciones y costumbres

En la comunidad se celebran tradicionalmente los víacruces de semana santa, misas ocasionales. En años anteriores se realizaba la herencia de Judas donde se le sacaban objetos a los comunitarios para luego entregárselos en un acto popular, esta tradición se perdió.

También es parte de sus tradiciones y costumbres la celebración de la Purísima, La Navidad y el 31 de Diciembre lo celebran con una cena comunal donde se trata de reunir a todos los niños. No se tiene casa comunal.

4.1.5.3 Nivel de información

Los pobladores de la comunidad se informan del acontecer nacional por medio de radio y televisión, no llegan los periódicos a la comunidad, ni existe costumbre de buscarlos.

Se estima que en más de 35% de las viviendas de la comunidad existen aparatos de televisión y los programas preferidos son las telenovelas, noticieros nacionales y dibujos animados.

Los aparatos de radio se encuentran en mayor abundancia debido a su relativo bajo precio, y los programas radiales más escuchados son aquellos de saludos y mensajes, noticiosos y religiosos. Las radios más escuchadas señalaron son: Radio Ya, Radio Sandino, Radio Corporación, La Musical y Radio Maranatha

4.1.5.4 Deportes

En el 2002 se realizó gestión comunitaria y se obtuvo un terreno de dos manzanas para un cuadro de béisbol, logrando formar un equipo. También se practica con cierto entusiasmo el basketball.

4.1.6 Actividades económicas

La principal actividad económica de la comunidad de Colonia Roque estaba basada en la producción agrícola, primero trabajando en los cultivos de algodón, y después en el Ingenio azucarero, Victoria de Julio o Timal, ante el fenómeno de quiebre - cierre del Ingenio la fuente principal de trabajo, deja en el desempleo al 85% de los habitantes de Colonia Roque, actualmente se maneja que *el 70% de la población masculina no tiene trabajo*.

La principal actividad económica de la comunidad es el corte de leña de las plantaciones de eucalipto del antiguo Ingenio azucarero, unos pocos se dedican al comercio informal, a la siembra de hortalizas, dos familias poseen ganado y seis a la crianza de cerdos y gallinas. Recientemente un buen porcentaje de mujeres han conseguido trabajo en la zona franca ubicada en carretera norte de la capital, donde tienen que viajar diariamente.

Problemas identificados: Alto índice de desempleo, por lo que la mayoría de la población se dedica a sacar leña.

4.1.6.1 Aspecto productivo y Tenencia de la tierra

En el aspecto productivo un 7% de familias de la comunidad poseen tierras para cultivo, 6 familias tienen de 1 a 2 manzanas, 3 familias de 5 a 10 y 1 familia más de 50 manzanas, de las cuales 3 son sembradas de maíz, 10 de hortalizas Y 9 de sorgo. La familia que posee más tierras siembran en su mayoría sorgo y pasto para su hato de ganado vacuno, caballar y caprino (extranjero). También, realiza prácticas de conservación de suelos, haciendo terrazas, diques y rondas.

Según narran los comunitarios las tierras de este sector hace 40 años eran muy fértiles, pero el cultivo del algodón las desmejoró.

En Colonia Roque no hay presencia de organismos que apoyen la producción, cuando funcionaba el Ingenio azucarero, le prestaban terreno a algunos de sus trabajadores, para sembrar y el agua de la esorrentía del riego era aprovechada por ellos para regar sus cultivos de hortalizas.

El 0.7 % de la población productora de Colonia Roque es del sexo femenino, dedicada a las labores agrícolas de hortalizas. Algunos de los productores utilizan las aguas del lago Xolotlán para regar cuatro manzanas de cultivos de melón, sandía y pipián.

El área total de la comunidad se estima en 70 manzanas, no existen tierras disponibles para el desplazamiento de la comunidad, en su mayoría son propiedad privada. Al norte la Hacienda Belén, al sur Don Alfredo Roque, al Este tierras del Ingenio, donde se cultivó caña de azúcar y abundantes plantaciones de eucalipto que utilizaban para alimentar las calderas del Ingenio, tierras actualmente en conflicto y Oeste: Plantel de pollo y Hacienda Belén, por lo tanto no se tiene una alternativa viable de desarrollo agrícola para la comunidad de Colonia Roque, por falta de tierras.

Actualmente la situación de tenencia de la tierra se agudiza por la *toma de tierras* que se realizan en los alrededores de la comunidad especialmente en la parte alta de la microcuenca por parte de miembros de la resistencia y ex miembros del ejército, reduciendo así más las alternativas de expansión de la comunidad.

Problemas identificados:

Falta de terrenos para la siembra, falta de financiamiento, tomas de tierras en la parte alta de la microcuenca, no se realizan prácticas de conservación de suelos, falta de agua para regar sus cultivos de hortalizas.

4.1.7 Instituciones, Organizaciones, Programas sociales de apoyo

En la comunidad de Colonia Roque no existe presencia de ninguna Institución estatal (después de la Escuela), tampoco de organismos no gubernamentales, ni programas sociales.

Se ha contado con el apoyo solidario de dos personas civiles, vecinas de la comunidad: Don Alfredo Roque y Don José Mussalem, ellos les han apoyado, sobre todo para resolver los problemas de agua.

La comunidad presenta un cierto nivel de organización ciudadana, según se observa en el Cuadro No. 4.5, las que funcionan coyunturalmente, se cuenta con un Comité auxiliar representando a la Alcaldía municipal en la comunidad, está compuesto de 10 miembros, el Comité de agua integrado por 2 personas, un Comité de la iglesia católica con 5 miembros, un Comité de iglesia evangélica compuesto de 6 miembros, el Comité del Partido Frente Sandinista con 5 representantes y el Partido Liberal con 4 directivos.

Cuadro No. 4.5 Grupos Organizados de la comunidad de Colonia Roque

Tipo de Organización	No. De Comunitarios
Comité auxiliar de Alcaldía	10
Comité de agua	2
Comité de Iglesia Católica	5
Comité de Iglesia Evangélica	6
Comité del partido del FSLN	5
Comité del partido Liberal	4
Total	34

Fuente: Encuesta a líderes de Colonia Roque.

De acuerdo a lo representado en el cuadro anterior se puede decir que el 4.7% de los comunitarios de Colonia Roque se encuentran organizados en algún comité correspondiendo esto a una minoría de la población.

El comité más activo y más reconocido por la población es el comité auxiliar el que fue electo con el apoyo de la Alcaldía municipal.

Problemas identificados: No existe presencia de ninguna Institución estatal (después de la Escuela), tampoco de organismos no gubernamentales, ni programas sociales, falta de organización comunitaria, hay un cierto nivel de organización ciudadana, que funciona coyunturalmente.

4.1.8 Relaciones de Género

La población de Colonia Roque esta formada por 238 hombres y 159 mujeres que son jefes de familia, la mayoría de las mujeres jefes de familia son dueñas de las propiedades que habitan. Fue destacada la presencia femenina en las diversas tareas desarrolladas tanto en los talleres, como en las actividades de campo participativas. La relación de género estuvo al inicio de 6 v : 1 m y al final de 2 v : 1 m, valorándose de positivo el nivel de participación d las amas de casa.

4.1.9 El Costo del Agua

Aplicando el método econométrico de Evaluación contingente, se realizó encuesta a jef@s de familia de 52 viviendas (41.3%). El ejercicio inició haciendo un análisis cualitativo de la situación actual del sistema de agua y la necesidad de un nuevo sistema.

Los resultados de la aplicación del método brindan insumos para obtener un valor del recurso agua, de manera consultada, por lo que es una metodología participativa, la persona tiene la oportunidad de opinar de acuerdo a su capacidad

de pago. A partir de esta consulta se obtuvieron los resultados que presenta el gráfico: Los efectos del ejercicio nos arrojan que el 75% están dispuestos a pagar C\$ 20.00, el 15% C\$30.00 y un 10% C\$40.00.

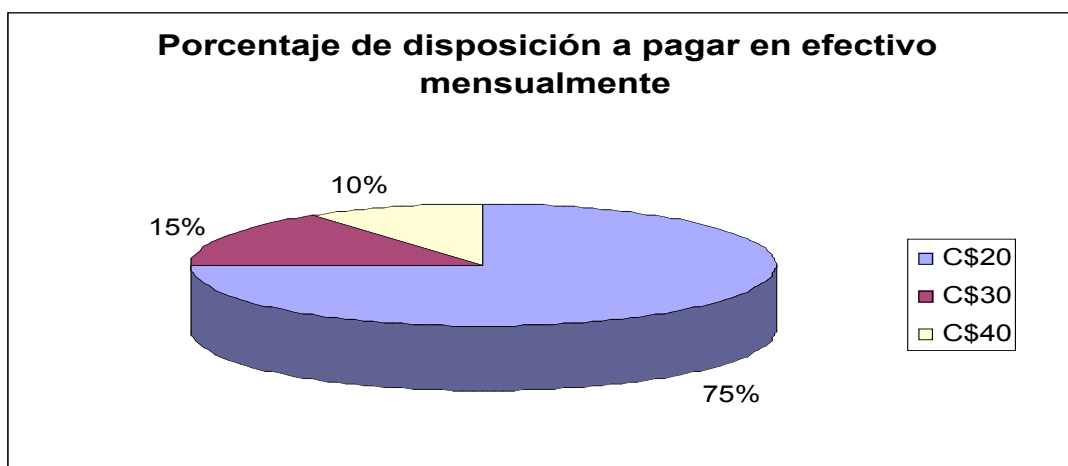


Gráfico No. 4.3 Disposición a pagar (DAP) mensualmente por el servicio de agua.

Para el Mecanismo de Pago los resultados de la encuesta fueron el 88.5 % prefieren ser cobrados por el Comité de agua de la comunidad, el 6% que un organismo gubernamental, el 2% respondió organismo no gubernamental y un 4% opinan que debe haber un nuevo comité.

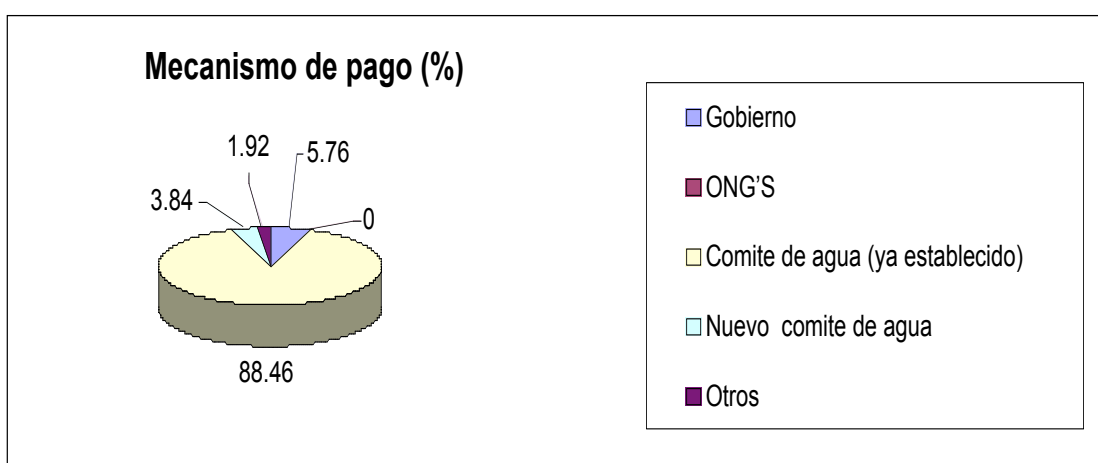


Gráfico No. 4.4 Mecanismo de pago mensual por el servicio de agua

CARACTERIZACION BIOFISICA DE LA MICROCUENCA

4.2 HIDROMETEOROLOGÍA

Para conocer el comportamiento de las variables climáticas se analizaron los parámetros hidrometeorológicos de las tres estaciones más próximas a la microcuenca en estudio, las que pertenecen al Servicio Meteorológico Nacional del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales¹ (INETER) siendo estas:

- TIMAL: Latitud 12°19'00"N / Longitud 86°04'00"W, Elevación: 65 msnm, Tipo: AG, Periodo registrados: Mayo 1987 a Mayo del 2001.
- San Francisco Libre: 12°29'54"N / Longitud 86°16' 54"W, Elevación: 50 msnm, Tipo: HMO, Registros comprendidos: Enero de 1956 a Octubre del 2000.
- Aeropuerto A.C. Sandino: 12°08'36" latitud N/ 86°10'49" Longitud W, Elevación: 56 msnm, Tipo: HMP, Periodo registrados: Enero de 1960 a Octubre del 2000.
- Colonia Roque: 1358506 N / 602438 E, Elevación: 76 msnm instalado 1956, discontinuó lecturas año 1972, recuperado en Abril del 2002.

4.2.1 Clima

Al aplicar la clasificación climática de Wladimir Köppen, el clima del área de estudio es Tropical de Sabana (Aw), predominantemente cálido a caliente durante

¹ Los Registros de Parámetros Meteorológicos se presentan en el Anexo No. 2

casi todo el año.² La clasificación bioclimática de Holdridge ubica esta zona dentro de la zona de vida, bosque seco tropical.

4.2.2. Precipitación

La precipitación promedio anual de acuerdo al método del Promedio aritmético de las tres estaciones meteorológicas, con alguna influencia en el área de estudio es de 1110.49 mm. Se presentan en el Gráfico No. 4.5

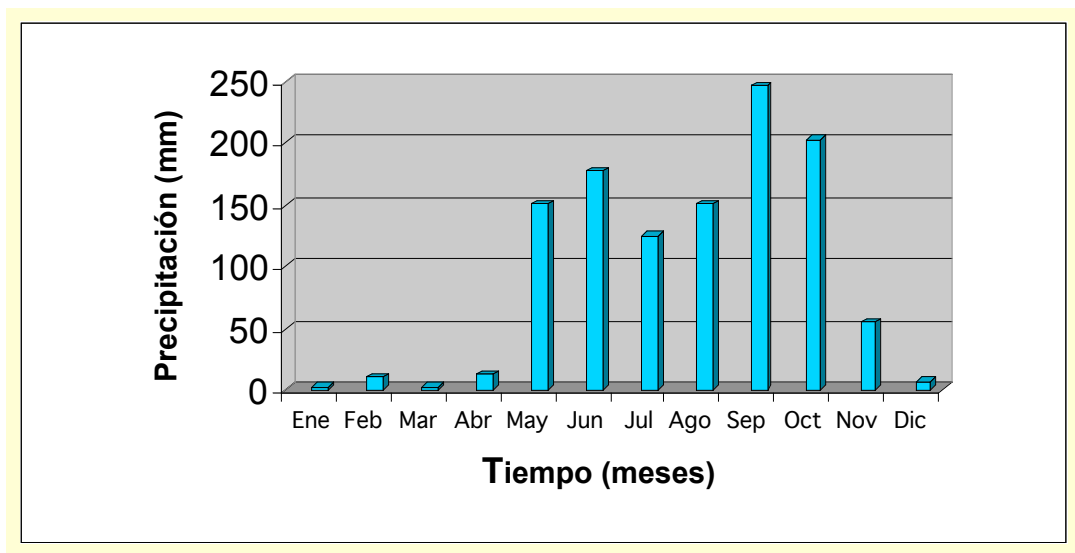


Gráfico No. 4.5 Precipitación Media Mensual (mm)

Fuente: Depto. de Meteorología, INETER, 2002.

Analizando los promedios mensuales de las estaciones meteorológicas presentados en el cuadro anterior, el régimen de lluvia, inicia en Mayo y finaliza en Octubre captándose el 91.9% de la precipitación anual, en cambio en la estación seca de Noviembre a Abril, precipita solamente el 8.1%.

² INETER, Dirección General de Meteorología, 2002

En el Gráfico No. 4.5 se observa que el máximo de lluvias en el año se da en los meses de Septiembre (246.8 mm) y Octubre (203 mm). Los valores mínimos se observan en los meses de Enero (2.8 mm) y Marzo (2.4 mm), durante la época lluviosa se presenta dentro de su marcha anual una disminución drástica de la precipitación entre los meses de Julio y Agosto, fenómeno conocido en Nicaragua como canícula. Este periodo puede variar en la región, ocasionando de leves a severos riesgos climáticos en la producción agrícola de secano.

4.2.3 Temperatura

De acuerdo a registros de datos, en las estaciones meteorológicas referidas de INETER, (Ver Anexo No. 2b) las temperaturas, más elevadas ocurren en los meses de Marzo, Abril y Mayo, con valores promedios, de 29.40°C.

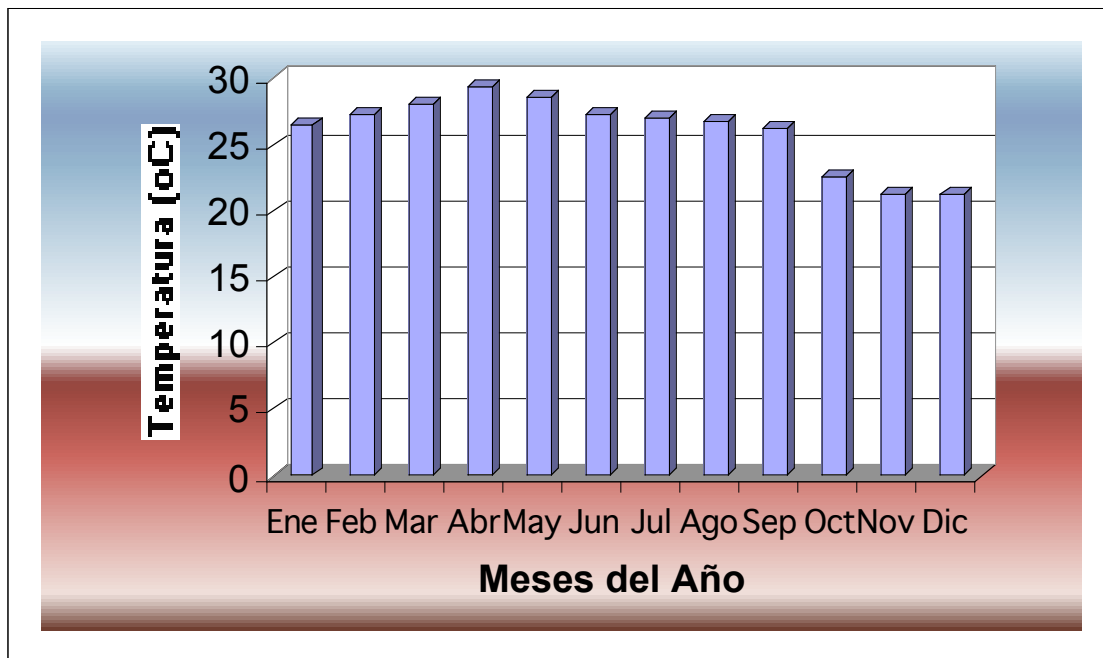


Gráfico No. 4.6 Temperaturas medias mensuales en la Microcuenca.
Fuente: Depto. de Meteorología, INETER, 2002.

Las temperaturas anuales suelen oscilar entre un mínimo de 25°C y un máximo de 30°C como promedio, se puede apreciar en el gráfico No.4.6. Las que disminuyen en Septiembre, Octubre y Noviembre, con valores promedios de 26.30°C, siendo estos los meses más frescos del año, y los de más lluvia, predominando grandes mantos nubosos.

4.2.4 Humedad relativa

El comportamiento de la humedad relativa en la región, oscila anualmente entre el 66.6 % a 84.4%. El Gráfico No. 4.7 presenta los valores máximos por día que ocurren en horas de la madrugada y en los meses de Septiembre y Octubre que son los meses más lluviosos.

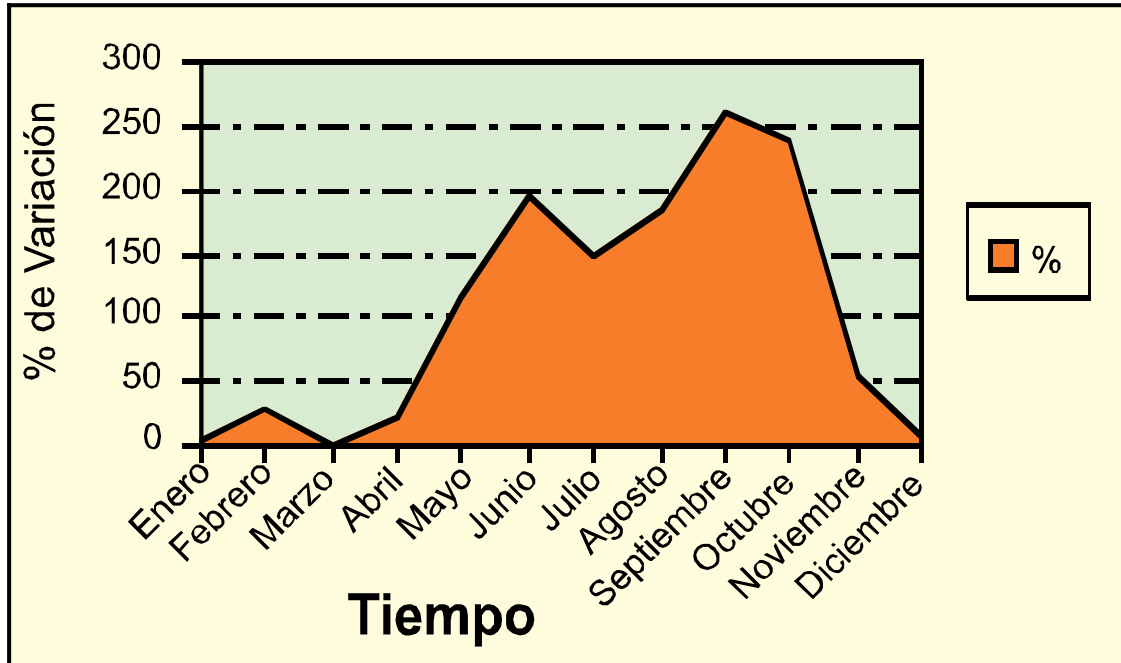


Gráfico No. 4.7 Humedad Relativa mensual en la Microcuenca.
Fuente: Depto. de Meteorología, INETER, 2002.

En el periodo canicular se da una disminución variando dichos parámetros, naturalmente, por la relación intrínseca en proporción directa con la precipitación e inversamente con la temperatura.

4.2.5 Evaporación

Los registros de evaporación mensual corresponden a mediciones de Pana clase A. La evaporación anual en las estaciones descritas se presenta en el Cuadro No. 4.6 con el comportamiento promedio mensual registrados en las tres estaciones.

Cuadro No. 4.6 Comportamiento de la Evaporación Media (mm/año)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ΣAnual
Timal	226.3	251.8	332.5	311.1	245.3	183.6	194.8	185.6	153.6	155.1	161.7	203.5	2604.9
Sn FcoLi	250.3	259.3	308.7	301.9	238.3	153.7	196.9	200.8	158.7	145.7	160.3	206.6	2581.2
Aeropto	191.6	171.5	254.2	279.0	255.6	131.5	163.6	159.9	152.6	135.4	117.7	156.7	2169.3
Σ Evap X Mensual	222.7	227.5	298.5	297.3	246.4	156.3	185.1	182.1	155.0	145.4	146.6	188.9	2451.8

Fuente: Registro, INETER, 2002

En la estación de Timal se presenta datos por periodos secos y lluviosos, un registro máximo en el mes de Marzo con 332.5 mm y un mínimo promedio de 153.6 mm en el mes de Octubre. En San Francisco Libre tiene un comportamiento similar, con 308.7 mm en Marzo y 145.7 mm en Noviembre. La estación del Aeropuerto su comportamiento varia en Abril con 254.2 mm. y la más baja se reporta en Noviembre con 117.7 mm.

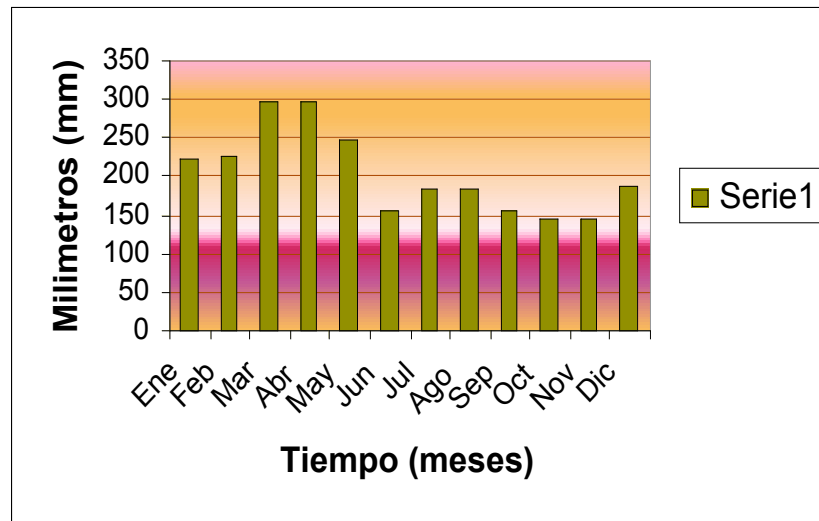


Gráfico No. 4.8 Evaporación Media mensual (mm/año) en la Microcuenca. Depto. de Meteorología, INETER, 2002.

Se observa en el Gráfico No. 4.8 la sumatoria de la Evaporación Media mensual, que en esta región del país, los valores más altos de evaporación se alcanzan en el periodo de Marzo a Mayo, al final del periodo seco.

Por otro lado estos parámetros tienen una correspondencia inversa con la de precipitación y los mínimos durante los meses de mayor precipitación que son Junio, Septiembre y Octubre. Esta información se utilizó de insumo para obtener la Evapotranspiración de la microcuenca y poder realizar el balance hídrico.

De acuerdo al Departamento de Meteorología del INETER, Los vientos provenientes del Este y las masas de aire seco, ocasionan que la evaporación se incremente durante la estación seca, reduciendo drásticamente los aportes de agua al sistema.

Para Colonia Roque y sus alrededores este elemento es un parámetro muy importante para la actividad agropecuaria y que conjuntamente con la evapotranspiración aportan importante información sobre el efecto del clima al régimen hídrico de los cultivos.

4.2.6 Insolación y Nubosidad

Los valores disponibles de insolación y nubosidad de Enero a Diciembre se corresponden a la estación del Ingenio Victoria de Julio.³ La base de datos obtenida a través de INETER nos presenta registros de brillo solar de 15 años oscilando con un mínimo al día de 7 horas y un máximo de 9.1 horas. Obteniendo un promedio de horas de brillo solar mensual por 15 años de 117 horas.

Se aprecia que el máximo anual de insolación tiene lugar en los meses de Enero y Abril; (periodo más seco) mientras que los valores mínimos se presentan durante los meses del periodo lluvioso. En concordancia con esto, la nubosidad total presenta sus máximos valores en horas de la tarde durante el periodo de lluvia y los valores mínimos ocurren durante las noches, generalmente en los meses de Febrero, Marzo y Abril.

³ Datos de la Estación de TIMAL en Anexo No. 5e

4.3 GEOLOGIA

El presente estudio está sustentado en la verificación geológica efectuada en el escenario de la microcuenca de Colonia Roque, en el que se obtuvo apoyo especializado⁴. Localizada en la Provincia de la Depresión de Nicaragua, delimitada por dos grandes estructuras con dirección NE-SW, conocido como graben nicaragüense, geológicamente esta microcuenca está compuesta por rocas volcánicas del Cuaternario y Terciario.

4.3.1 Geología Local

Está compuesta por depósitos volcánicos del cuaternario y rocas del grupo Las Sierras, en su mayoría no consolidados. El mapeo realizado en la zona de estudio, se efectuó de Este a Oeste, estudiando los afloramientos, cortes, pozos en construcción, quebradas y caminos, identificando lo siguiente: (Ver figura No. 4.1)

4.3.1.1 Depósitos Cuaternarios (Q)

- **Cuaternario Residual (Qr)**

Se observan al Oeste de la microcuenca, caserío El Trescientos, Colonia Agrícola San Benito y en las cercanías del lago Xolotlán. Se localizan depósitos sedimentarios recientes: sedimentos lacustres y fluviales, materiales piroclásticos y flujos lávicos de deposiciones coluviales. Los suelos desarrollados a partir de estos depósitos corresponden a suelos arcillosos vertisoles y algunos mollisoles.

⁴ Geólogo Calderón, A. 2002

- **Cuaternario Aluvial (Qal)**

Se localizan al Oeste de la microcuenca, en las orillas del lago Xolotlán, compuesto por material de arrastre producto de la erosión, sedimentos limosos con grandes cantidades de arcillas, arenas finas a gruesas con algunas gravas, en ocasiones algún material piroclásticos y en diversas partes de la microcuenca se presentaron alteraciones limosas–arcillosas.

- **Cuaternario Volcánico (Qv)**

La mayor parte del área de la microcuenca está compuesta por piroclastos del Cuaternario reciente del Complejo Volcánico Masaya, se encuentran: en la parte Oeste de la comunidad de Colonia Roque, una parte de Colonia Agrícola San Benito, El Trescientos y sectores cercanos al Lago, observándose muy alterados con cambios de diferentes colores, no muy compactos, y presencia de algunos granos dentro de la matriz de óxidos como limonitas, hierro, entre otros.

4.3.1.2 Formación Las Sierras (TQps)

Formación de origen volcánico, consiste básicamente en rocas piroclásticas, andesitas, tobas brechosas y tobas con suelo fósil, limo arcilloso y arenisca tobáceas. Algunas de estas rocas presentan pseudo estratificación, encontrándose en excavaciones de pozos algunos fósiles de fauna lacustre característico de esta tipo de formación. Se ubicaron en el Empalme de San Benito, una zona de Colonia Agrícola San Benito y la parte Central sur y Este de la microcuenca de estudio, Colonia Roque, Los Laureles y Chilamatillo.

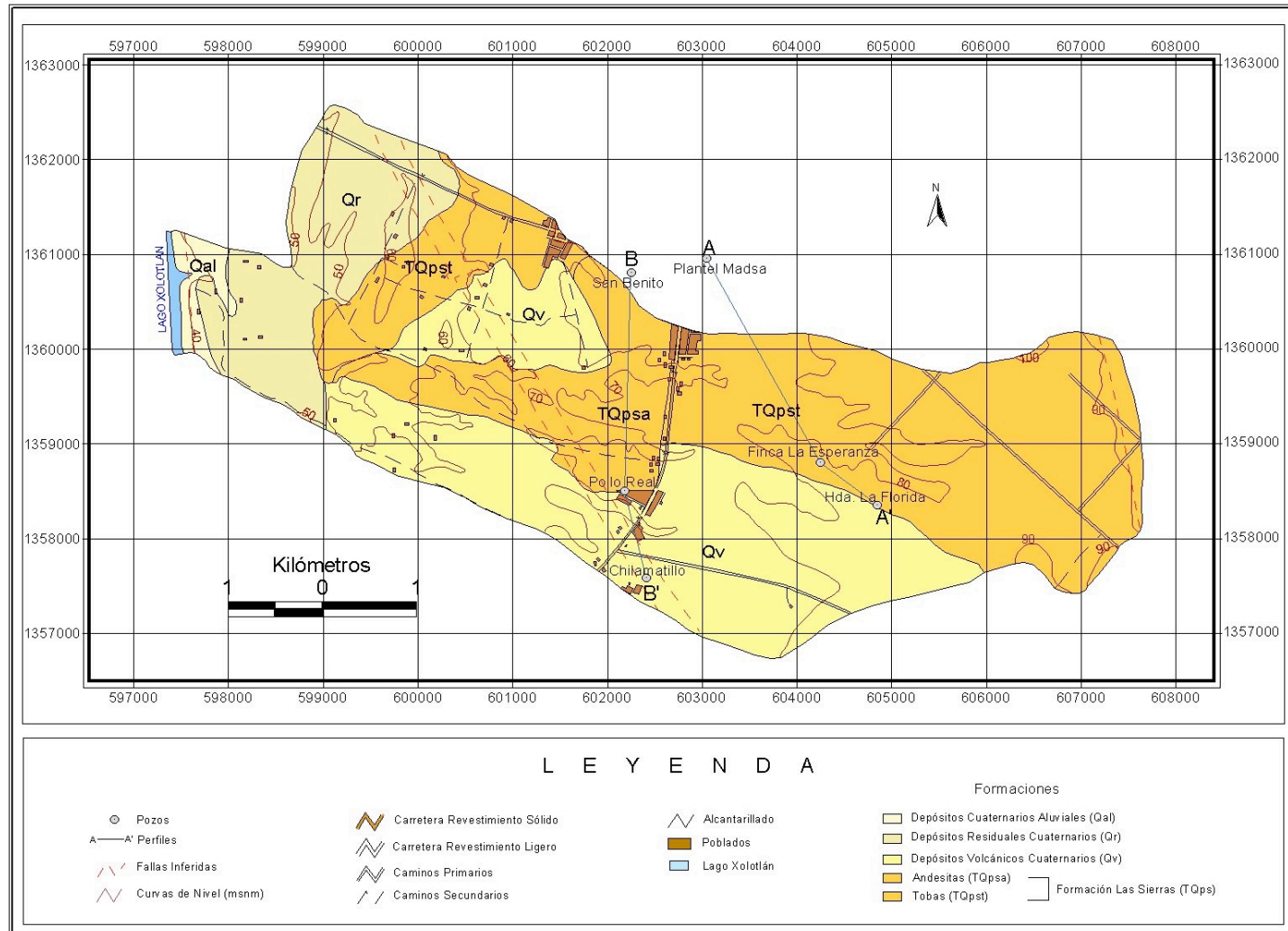


Figura No. 4.1 Mapa Geológico de Colonia Roque Modificado de Mapa Geológico 2952-1 Instituto Geográfico.

4.3.2 Litoestratigrafía del Área de Estudio

Con el fin de conocer el material de que esta formado el acuífero se realizaron columnas litológicas, basadas en información de los registros de perforaciones de pozos existentes en los archivos de INETER, ENACAL e IPEMSA (Irrigaciones y perforaciones McGregor).

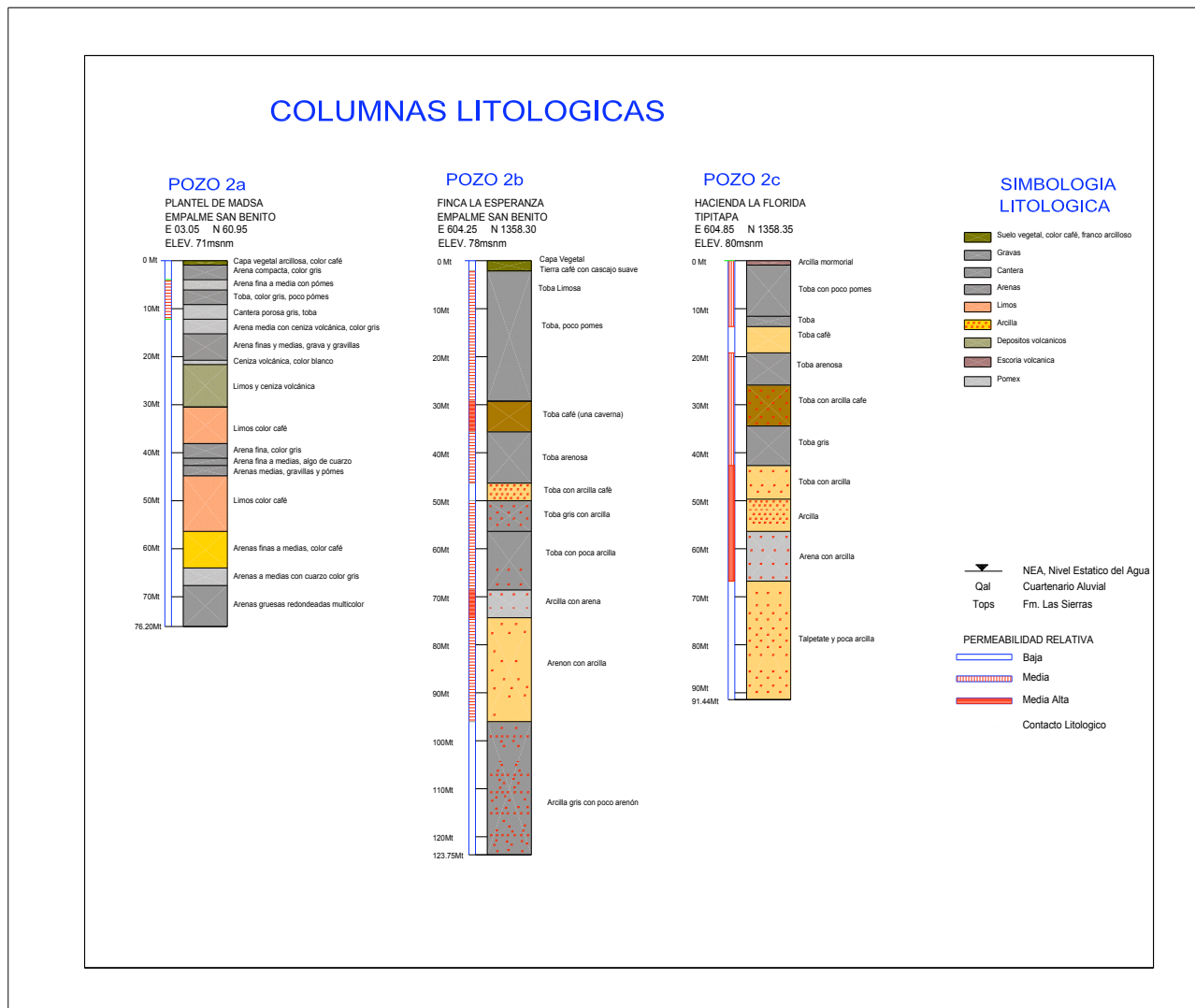


Figura No. 4.2 Litoestratigrafía de las formaciones geológicas.

Fuente: Registros de Pozos Perforados de la microcuenca de Colonia Roque 2002

En las columnas litológicas se identifican materiales pertenecientes a depósitos sedimentarios del cuaternario aluvial y formación Las Sierras constituidos por tobas, arcillas y arenas que en orden estratigráfico desciende a aglomerados de pómez y aglomerados tobáceos, con intercalaciones de arcillas. Ver Fig. No. 4.2.

De la interpretación y correlación de los perfiles litológicos se ha determinado una relación entre materiales, los que afloran en superficie son: en primer lugar los depósitos Cuaternarios aluvionales (Qal) y residuales (Qr), después Qv, Cuaternario volcánico con depósitos piroclásticos y en la base TQps, el grupo La Sierra.

4.3.3 Geología Estructural

El Graben de Nicaragua constituye una estructura tectónica joven. Una serie de fallas transversales se localizan en el sector del Lago Xolotlán y la ciudad de Managua hasta Tipitapa y Ticuantepe. Estas fallas transversales son las responsables de la deformación del contorno del Lago Xolotlán (Incer, J., 2000).

En la microcuenca, la característica estructural más importante es el lineamiento de la falla Cofradía, con dirección N – S, paralela al lago Xolotlán ubicada al Oeste de la microcuenca en estudio. Esta falla, se encuentra rellena de material piroclástico no consolidado y se presume que actúa como un filtro natural contra la influencia de una intrusión al acuífero de parte del lago Xolotlán.

El sistema de falla Cofradía, marca el límite Este del graben de Managua, a pocos kilómetros se encuentra la falla Punta Huete, la cual se proyecta desde la península Punta Huete, hasta el Océano Pacífico, atravesando la parte occidental de Managua. (Martínez, W. 2002).

En comunicación personal con el Ing. William Martínez, señala que la microcuenca de Colonia Roque es una zona vulnerable sísmicamente, donde hay incidencia de la falla Cofradía, la cercanía del graben aeropuerto, la falla Punta Huete y otras fallas menores que presenta la microcuenca.

El estudio de los peligros sísmicos, es importante en materia de planificación del uso del terreno, no solo al referirse a las normas y métodos de construcción, sino lo más importante a los problemas de ubicación de los asentamientos e infraestructura humana, mediante la metodología de la planificación sísmica.

De la información geológica existente y el estudio de campo, se conoció que Colonia Roque no esta asentada sobre fallas superficiales que pueden poner en peligro el diseño y la construcción de un pozo perforado para la comunidad.

Sin embargo, en el antiguo mapa geológico de la zona hay evidencia de dos fracturas menores (Ver figura No.4.1 Mapa Geológico de la microcuenca), las que en un evento mayor, tienen la posibilidad de incidir de alguna manera en la comunidad en estudio. Al proyectarlas pasan paralela a esta pasando por la comunidad de Chilamatillo y muy cercana al pozo comunitario.

La comunidad de Colonia Roque tiene proyectado la perforación de un pozo para abastecimiento de agua potable, la ubicación prevista del nuevo pozo, esta un poco alejado del lugar, es obvio que existe una remota pero potencial amenaza en la zona. (J. Ruiz, 2000).

4.4 SUELOS

4.4.1 Uso Histórico del Suelo:

Por las características físicas, tipos de suelo y potencialidades agrícolas, fue utilizada para plantaciones del monocultivo de algodón y caña de azúcar (36%) lo que permitió ser objeto de una deforestación masiva deteriorando los suelos de la región. El principal causante de este detrimento han sido las labores mecanizadas en los cultivos, reduciendo la capacidad de los suelos de absorber agua⁵, a esto se le suma el uso de productos altamente tóxicos que se han utilizado en los cultivos a gran escala, siendo estos un potencial contaminante al acuífero.

4.4.2 Uso Actual del Suelo

La Figura No. 4.3 Mapa del Uso actual de los Suelos, describe como está distribuido el uso de la tierra en la microcuenca. En el sector Este o parte alta de la microcuenca encontramos grandes extensiones de caña de azúcar y parches de Eucalipto, perteneciente a la microcuenca un 36%, suelos alterados completamente por el tipo de manejo de que ha sido objeto.

En la parte media y baja de la microcuenca de acuerdo al Gráfico No. 4.9, Uso actual del Suelo, presenta que se dedican al cultivo de sorgo (12%), maíz y frijol, (8%) y hortalizas (14%). En otros años estos últimos fueron una de las actividades económicas más significativas de los comunitarios, actividad con tendencia a volver a impulsar.

⁵ ver resultados de recarga al acuífero

Según se muestra en la Figura No. 4.3 Mapa del Uso actual de los Suelos en la parte baja de la microcuenca, hay pequeñas zonas boscosas (6%) con numerosos árboles característicos de bosques seco tropical o de sabanas tropicales, con parches de bosques matorralosos combinado con pastos. Esta zona corre un alto riesgo de desaparecer por la deforestación, progresiva, producto del corte de árboles maderables y para leña. Esta zona poco a poco se va interviniendo transformándose en tierras de cultivo y para pastoreo de ganado extensivo (6%), peligrando por ser suelos no aptos para este tipo de uso.

Generalmente los suelos se aprecian erosionados, su laboreo es muy difícil, mientras más secos los arados convencionales no logran romper las capas superficiales, de acuerdo a experiencias del sector, cuando están saturados de humedad su dilatación instantánea provoca el estancamiento de los implementos de labranza.⁶

El mapa del uso actual de la tierra, elaborado con ayuda de los comunitarios de Colonia Roque en recorrido por la microcuenca y en taller participativo, se puede apreciar las actividades productivas y ocupación de la tierra.

⁶ *Sólo la mecanización por medio de tractores ofrece relativa facilidad para realizar labores de rompimiento y arado de estos suelos* (Comunicación personal Sr. Agustín Mejía, 2002).

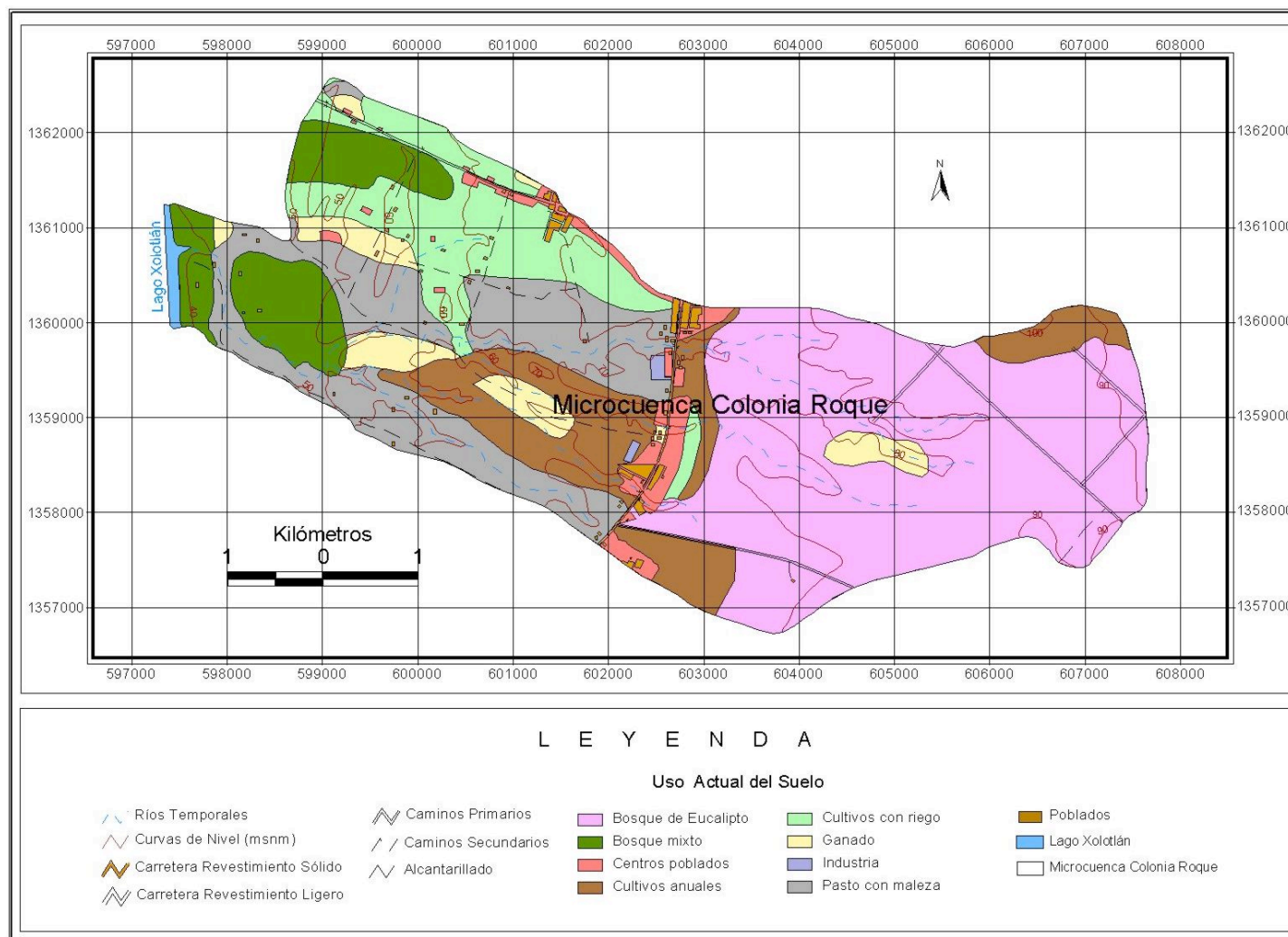


Figura No. 4.3 Mapa del uso actual de los suelos.
Fuente: Elaborado con apoyo comunitario, Colonia Roque 2002.

En correlación de los uso de suelos, se verificó que en pequeños sectores de la microcuenca (12 Km²), de una Hacienda privada, que corresponde al 36 %, de la microcuenca, el uso de suelo está siendo empleado de acuerdo a su vocación y capacidad y se están satisfaciendo demandas técnicas, hídricas y edáficas a fin de que los cultivos potenciales puedan expresar su máxima productividad bajo condiciones de un manejo apropiado.

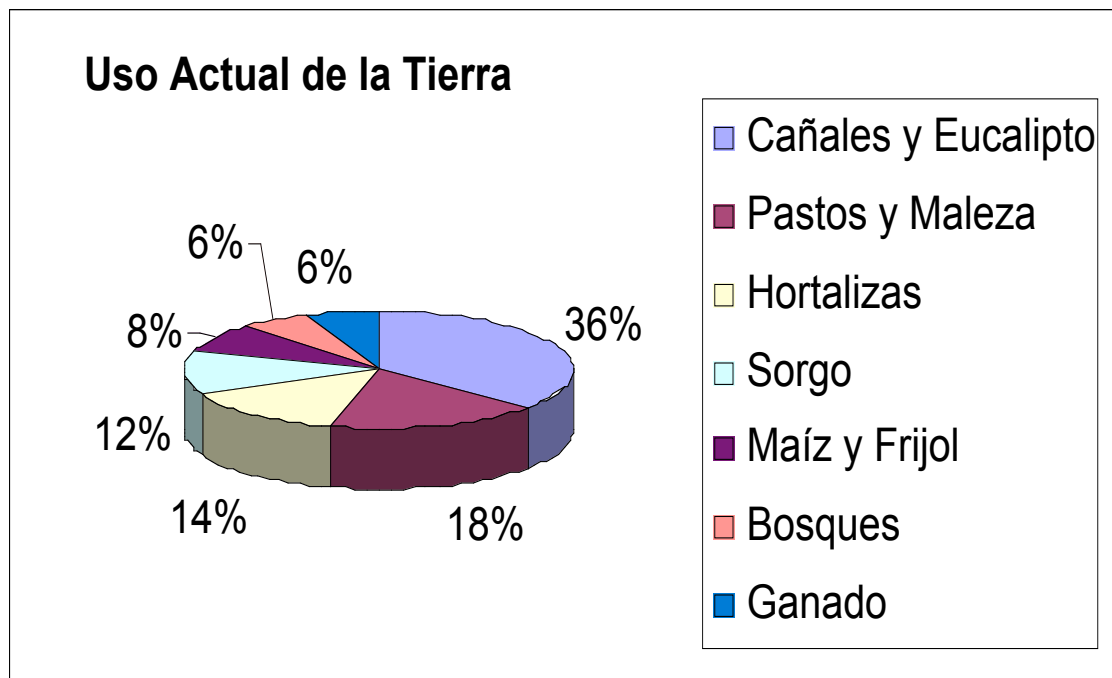


Gráfico No. 4.9 Uso actual del suelo, Colonia Roque

Fuente: Recorrido por la microcuenca con apoyo comunitario

4.5 HIDROGEOLOGIA

El estudio del agua subterránea es importante para la realización de obras de ingeniería, para la ejecución de investigaciones geológicas y muy especialmente para el desarrollo de obras de captación de agua con fines de abastecimiento para satisfacer necesidades humanas (Pérez, Franco.2002)

En la búsqueda de realizar una cuantificación, que permita planificar el aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo, como fuente alternativa única de la región, se estudiaron las características y el comportamiento del agua subterránea en la microcuenca, a fin de conocer la disponibilidad del acuífero.

4.5.1 Medio Hidrogeológico

La zona de estudio, pertenece al acuífero Tipitapa - Malacatoya, el que geográficamente limita al Oeste con el lago Xolotlán, con el que se presume no tiene contacto directo. (Ver Figura No. 2.3)

Se realizaron perfiles hidrogeológicos de la microcuenca tomando los datos de los registros de pozos perforados con litología suministrados por: INETER, ENACAL y de IPENSA. Estas perforaciones fueron parcialmente penetrantes por lo que no se pudo determinar la profundidad del basamento hidrogeológico. (Ver Figura No. 4.4).

El medio hidrogeológico está compuesto por sedimentos volcánicos Cuaternarios de poco espesor, seguido, de Tobas fracturadas con espesores que oscilan aproximadamente de los 30 - 70 metros con intercalaciones de arcillas y pómez de poco espesor.

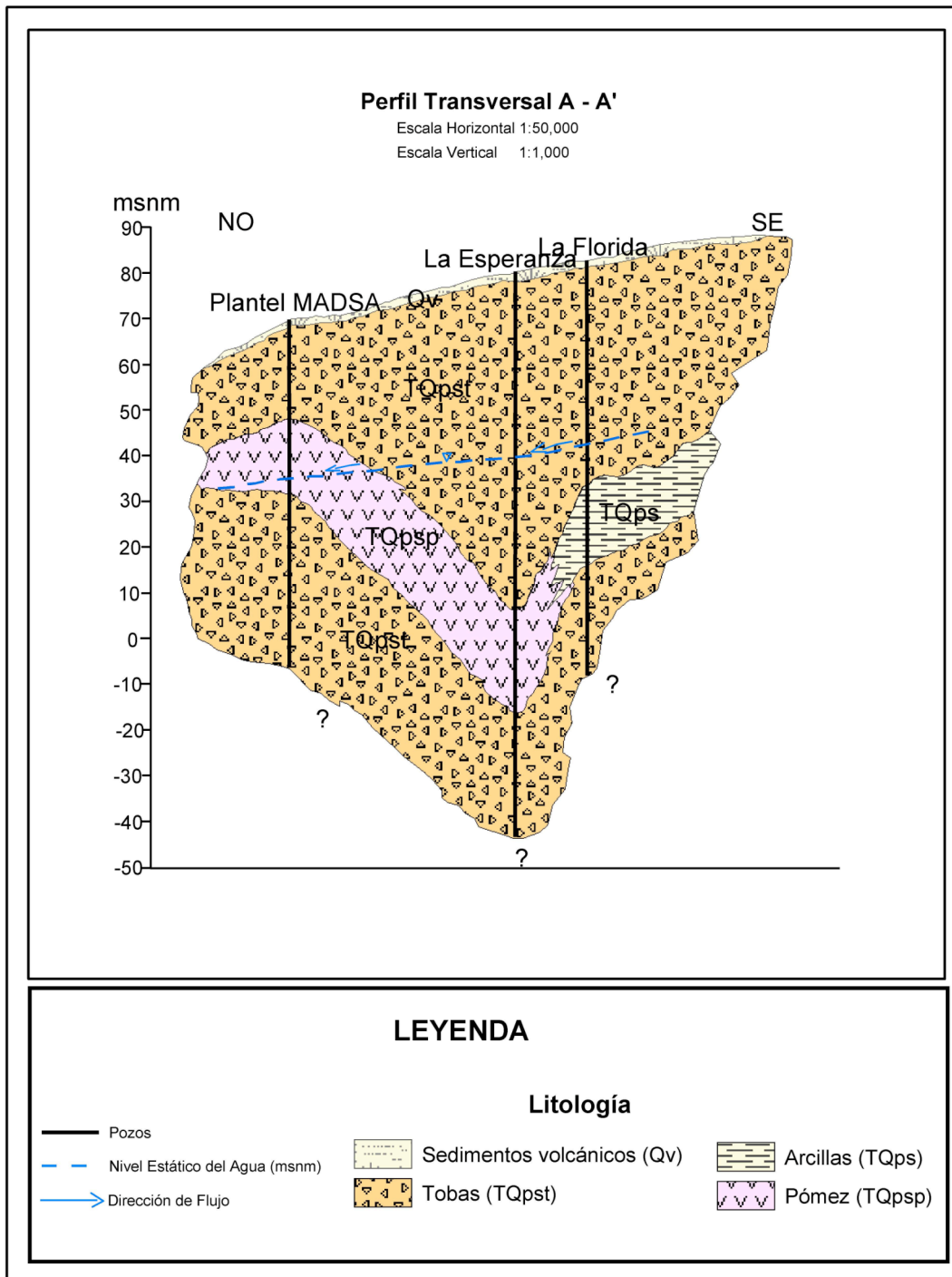


Figura No. 4.4 Perfil Hidrogeológico Transversal (A – A') Microcuenca Colonia Roque
Fuente: Registro de pozos de ENACAL, INETER y Perforaciones McGregor.

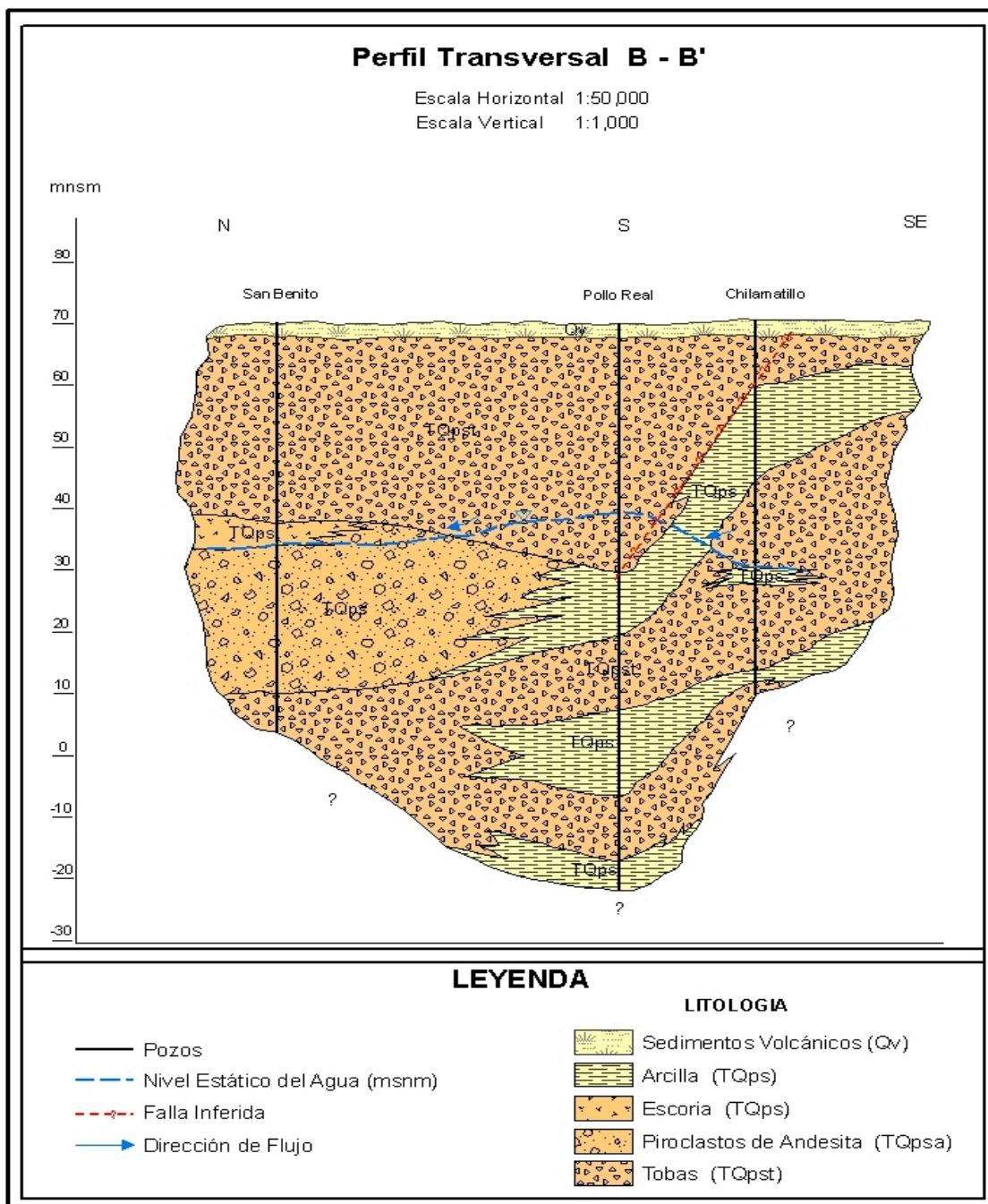


Figura No. 4.5 Perfil **Hidrogeológico Transversal (B – B')** Microcuenca Colonia Roque
Fuente: Registro de pozos de ENACAL, INETER y Perforaciones McGregor.

En el perfil B-B', se observa tobas fracturadas con espesores de 10 – 70 m, con intercalaciones de arcillas, escorias y piroclastos de andesitas de poco espesor. Según este perfil hay presencia de caída de bloque por fallamiento con orientación NO-SE (ver Figura 4.5).

4.5.2 Parámetros hidráulicos del acuífero

Su conocimiento permite definir la caracterización del acuífero y en algunos casos predecir el funcionamiento o respuesta del acuífero frente a determinadas acciones exteriores.

Los parámetros analizados fueron: Transmisividad (T), Conductividad Hidráulica (K) y Coeficiente de almacenamiento (S) los que se obtuvieron a través de la interpretación de los resultados de las pruebas de bombeo.

Se realizaron dos Ensayos de bombeo a caudal constante, controlando los descensos el primero en el Pozo de explotación de Chilamatillo PP-04 (607679 E / 1356889 N (Pozo comunitario) funcionando como pozo de observación el Pozo Excavado PE- 08 601953 E / 1358506 N, a lo largo de 7 horas, con una distancia entre estos pozos de 150 m. Un segundo Ensayo de bombeo se realiza en el PE- 07, Pozo comunitario de Colonia Roque, (602438 E/1358506 N) y el Pozo de Observación PP-01 Indavinsa Pollo Real (602182 E/1358500 N) con una distancia de 500 m. aproximadamente.

Los datos fueron procesados mediante el Programa “Aquifer Test” Waterloo Hydrogeologic, 1996 (Ver Anexo No. 10a y 10b) y fueron interpretados, aplicando el Método Cooper - Jacob obteniendo los resultados presentados en el Cuadro No. 4.7, Parámetros hidráulicos del acuífero.

Cuadro No. 4.7 Parámetros hidráulicos del acuífero de la Microcuenca C.R.

Pozo	Caudal (m ³ /h)	T (m ² /día)	S	K (m/día)
PP-04	272.16	627	1.83×10^{-4}	
PP-01	3810.24	740	6.54×10^{-4}	1 - 75
		altas	Acuífero Semiconfinado	

Fuente: Valores observados en ensayo de bombeo, Microcuenca C. Roque, 2002.

- **La Transmisividad del acuífero:** oscila en el rango de **627 y 740 m²/día**, en un promedio **684 m²/día** valores considerados altos.
- **El Coeficiente de almacenamiento: (S)** oscilan entre **1.83×10^{-4} y 6.54×10^{-4}** lo que se corresponde con los valores de un **acuífero semiconfinado**, que se confirma con las formaciones de tobas y arcillas con un grado de fracturamiento medio, que predominan en la región. El cuadro No. 4.3 presenta los valores estimados en el área.
- **La Conductividad hidráulica (K)** anduvo en el rango de 1 – 75 m/día indicándonos que el acuífero de la microcuenca tiene rangos de regular a bueno.

Los datos considerados vienen a ser fortalecidos por los resultados de los estudios regionales que cita de la siguiente forma: *El estudio de “Balance Isotópico e Hidrogeológico del Lago Xolotlán” (INETER, 2001), presenta esta zona con transmisividades altas, en un promedio de 430 m²/día oscilando sus valores entre 104 y 1000 m²/día.*

Por lo tanto, de acuerdo a los valores obtenidos en los parámetros hidráulicos, este comportamiento nos sugiere, que estamos en un acuífero de alta productividad que no puede ser completamente aprovechado por la poca profundidad de los pozos. Consecuentemente el problema de baja captación de agua se debe a un problema de infraestructura, no de rendimiento del acuífero, razón por la cual no se ha podido realizar una explotación de acuerdo a la demanda.

4.5.3 Balance Hídrico de suelos

El balance hídrico de suelo tiene como fin analizar las entradas y salidas del agua de un área determinada, con el objetivo de conocer la Recarga al acuífero y valorar la Disponibilidad de agua, y de esta forma, estimar si se satisfacen las demandas proyectadas de extracción, para consumo humano, cultivos, proyectos de conservación de suelo y para planes de reforestación.

La Recarga del acuífero, es una de las salidas de humedad del suelo, por lo que se hace necesario conocer valores puntuales de los elementos básicos del Ciclo Hidrológico como son: la Precipitación, evapotranspiración, infiltración, y los grados de humedad del suelo.

4.5.3.1 Capacidad de Infiltración

La capacidad de infiltración es obtenida a través de las pruebas de infiltración y se realizaron tomando como criterio, el tipo de suelo y el material geológico identificado en campo, dividiendo la microcuenca en dos zonas. El Cuadro No.4.8

presentan las características del área tomadas en cuenta para este estudio, y la Figura No. 4.6 presenta el Mapa de zonificación señalando los puntos donde se realizaron las Pruebas de infiltración.

Cuadro No. 4.8 Zonas seleccionadas para estimación de la recarga por infiltración.

Zona	Área	Material geológico	Tipo de suelo	No. de pruebas
Zona I	8.61 Km ² . ²	Cuaternario Residual (Q)r	Franco-Arcilloso	2
Zona II	19.41 Km ² .	Formación Las Sierras (TQps)	Franco-Arcilloso	4

Para obtener la capacidad de infiltración del suelo se realizaron 6 pruebas de infiltración distribuidas en la microcuenca, utilizando el método de Porchet⁷.

Las pruebas se realizaron a finales del mes de abril y principios de Mayo con el fin de que la humedad inicial coincidiera con el punto de marchites.

⁷ explicado en metodología

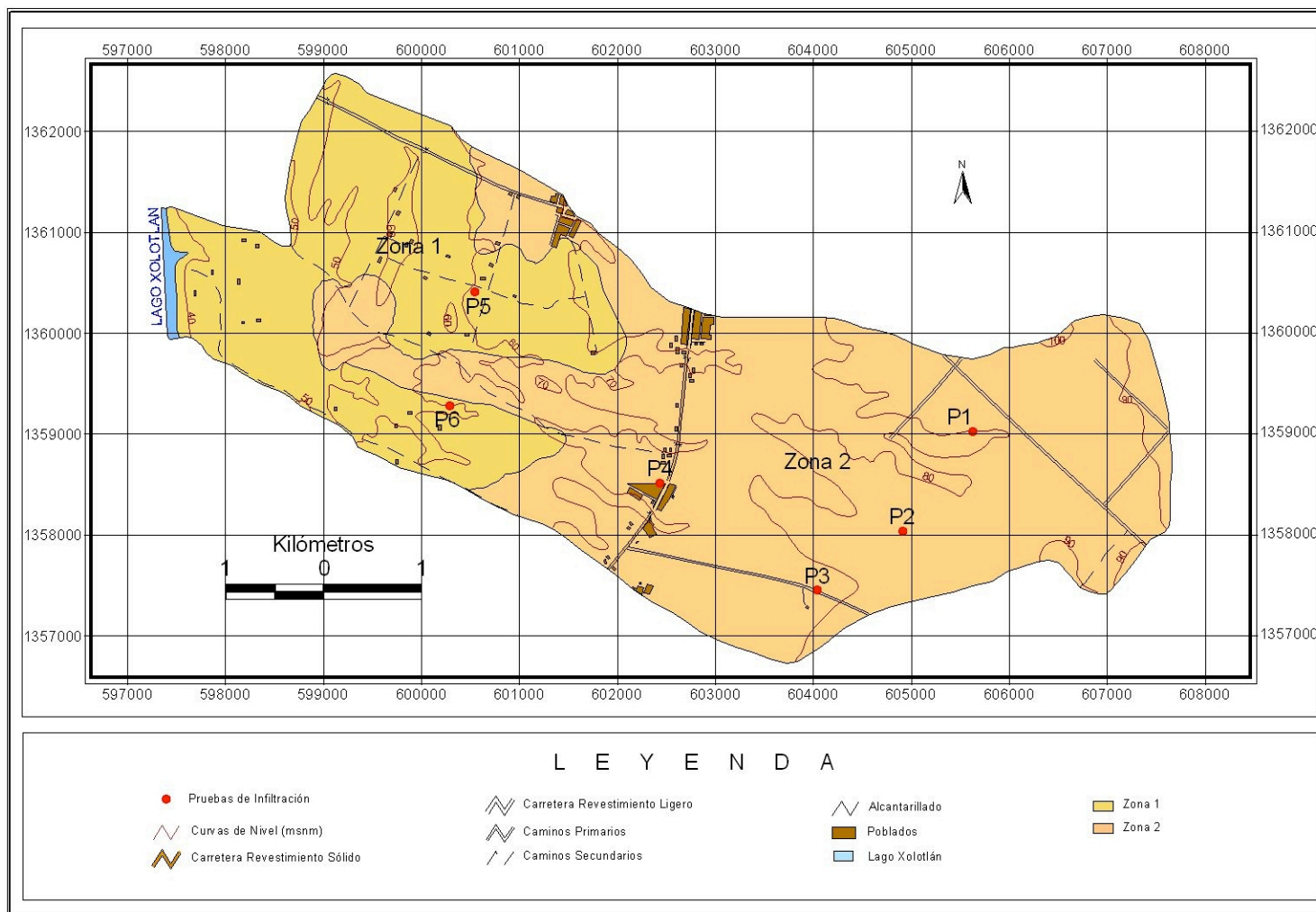


Figura No. 4.6 Mapa de zonificación y puntos de ubicación de Pruebas de infiltración

Para conocer la capacidad de infiltración fc , se graficaron los valores obtenidos en las pruebas de infiltración a partir de hoja de cálculo computarizada de Shosinsky & Losilla (1998)⁸. Los Anexos N0. 6.b representan el comportamiento de las pruebas de Infiltración en los puntos señalados.

En el Cuadro No. 4.9 se demuestran los valores de la capacidad de infiltración calculados en cada una de las zonas estudiadas.

Cuadro No. 4.9 Valores de Capacidad de infiltración básica (fc)

	Textura del Suelo	Capacidad de Infiltración (fc)	Pi (%)
Zona I	Franco - arcilloso	$9.146 \times 10^{-6} \text{ m/seg}$	0.91914
Zona II	Franco - arcilloso	$3.051 \times 10^{-5} \text{ m/seg}$	0.74545

Fuente: Pruebas de infiltración. M. Altamirano y comunitarios. 2002

En la zona I, sector Oeste, o parte baja de la de la microcuenca se realizaron dos pruebas de infiltración, una en pasto y otra en cultivos agrícolas con un promedio de $fc = 9.146 \times 10^{-6} \text{ m/seg}$.

En la zona II, zona central y sector Este o parte alta de la microcuenca se realizaron cuatro pruebas de infiltración en cultivos agrícolas variados, con un promedio de $fc = 3.0512 \times 10^{-5} \text{ m/seg}$

⁸ Ver hoja de cálculo en Anexo No. 6

4.5.3.2 Precipitación Efectiva

Conociendo la Capacidad de Infiltración y los porcentajes de infiltración se procedió a efectuar la Precipitación efectiva (Pe) la que se calculó para las dos Zonas de estudio en que se dividió la Microcuenca. Se presenta en Cuadro No. 4.10

Cuadro 4.10 Valores de Precipitación efectiva (Pe)

Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
P Media (mm)	2.83	10.1	2.36	12.8	150.7	177.3	125.5	150.6	213.4	202.9	55	7
Zona I (Pi)	2.60	9.28	2.17	11.76	138.51	162.96	115.35	138.42	196.14	186.49	50.55	6.43
Zona I (Pe)	7.36	93.7	5.12	150.5	208.7	28892	14476	20846	41856	37839	2777	4501
Zona II (Pi)i	2.11	7.53	1.76	9.54	112.34	132.17	93.55	112.27	159.06	151.25	41.00	5.22
Zona II (Pe)i	5.97	76.053	4.153	122.11	169.29	23433	11740	16847	33943	30698	2255	36.54

Fuente: Registros de INETER Y Balance Hídrico de Suelos

4.5.3.3 Contenido de humedad del Suelo:

De acuerdo a Amisial y Jegat, para determinar los grados de humedad en el suelo una vez obtenida la capacidad de infiltración (f_c) hay que tomar en cuenta para el balance: la Capacidad de campo (CC), Punto de marchites (PM), donde se llevan a cabo los cambios de humedad, Profundidad de raíces y Densidad de suelo (DS). En anexo No. 7 formato de parámetros establecidos de acuerdo al tipo de suelo de la zona de estudio.

Estos valores se presentan en el Cuadro 4.11 y se encuentran expresados en porcentaje por peso seco. Para convertirlos a lámina de agua (mm), es necesario la aplicación de la siguiente expresión:

$$\text{Humedad (mm)} = \text{Humedad (\%)} \times \text{Profundidad Radicular (mm)} \times \text{Densidad del Suelo (gr/nm}^3\text{)}/100$$

Cuadro No. 4.11 Valores de las propiedades físicas de los suelos de la microcuenca

Zona	Tipo de Suelo	Capacidad de Campo (CC)	Punto de Marchites (PM)	Profundidad de Raíces (PR)	Densidad de Suelo (DS)
Zona I	Franco Arcilloso	27%	13%	1800 mm	1.35g/cm ³
Zona II	Franco Arcilloso	27%	13%	2000 mm	1.35g/cm ³

Fuente: Aprovechamiento y modelos de aguas subterráneas: Amisial y Jegat. Banco de programa. CIDIAT.

4.5.3.4 Evapotranspiración

Usando la fórmula de Thornthwaite, (ver metodología) se calculó tomando una precipitación media de 1,110.49 mm. y una temperatura media de 26.06 °C

El valor total de la Evapotranspiración Media Mensual ETP se calculó (se explica en metodología) obteniendo los resultados que presentan una sumatoria anual de 1023 mm/año (Ver Cuadro No.4.12).

Cuadro No. 4.12 Evapotranspiración media mensual de la zona de estudio (mm/)

Parámetros	Ener	Febr	Mar	Abr	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sept	Octub	Nov	Dic	T/anual
Precipitación Media (mm)	2.83	10.1	2.36	12.8	150.7	177.3	125.5	150.6	213.4	202.9	55	7	1110.49
Temperatura Media (°C)	26.6	27.3	28.1	29.5	28.7	27.4	27	26.7	26.3	22.5	21.2	21.2	☒26.04
ETP (mm)	88,0	102,7	94,4	82,0	78,00	76,0	72,18	82,00	75,00	85,00	93,0	95,0	1023.28

Fuente: Registro de datos del Dpto. de Meteorología. INETER, 2002.

Los datos del estudio son compatibles con los presentados por Marín E. *La cuenca registra una precipitación promedio de 860 -1000 mm. debido a que se encuentra en el lado de “Sotavento de las Montañas” lo que contribuye a la aridez de esta área, con la alta tasa de Evapotranspiración potencial que se registra en toda la cuenca norte del Lago Xolotlán .*

De acuerdo a los resultados del balance hídrico realizado (Ver Anexo No.10a y 10.b), podemos señalar que de 1,110 mm de precipitación en la Zona I, 89.80 mm se convierten en escurrimiento superficial y en la Zona II el escurrimiento es de 282.67 mm siendo mayor en la Zona II. La precipitación que infiltra es de 1020.6 mm en la zona I y en la Zona II es de 827.82 mm. Siendo notoria la diferencia de la precipitación que infiltra, relacionándola con el deterioro de los suelos de la parte alta de la microcuenca.

En la Gráfica No. 4.10 se puede observar un comportamiento homogéneo en las principales parámetros hidrometeorológicos, todos en correspondencia a la

precipitación, variando la Evapotranspiración, que presenta un comportamiento casi uniforme⁹.

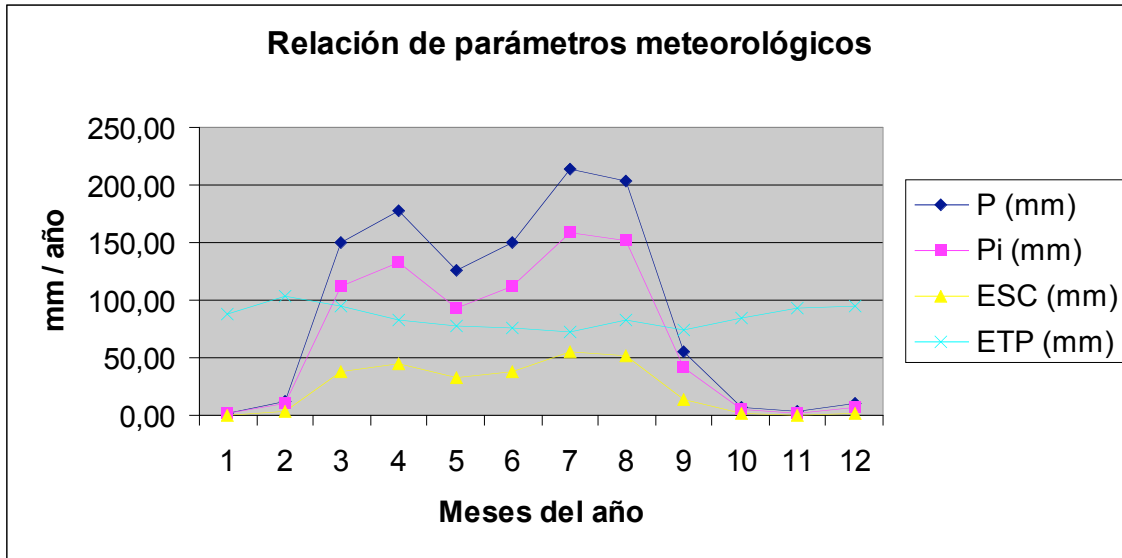


Gráfico No. 4.10 Relación de parámetros Hidrometeorológicos ,

Fuente: Registro de datos del Dpto. de Meteorología INETER, 2002.

4.5.4 Cálculo de la recarga

La recarga del acuífero es una de las partes principales del sistema hidrodinámico, que se produce a través de la infiltración del agua de lluvia que se percola, también contribuye a la recarga las entradas por flujos subterráneos y la recarga inducida por los diferentes usos. Este cálculo se utiliza para conocer la disponibilidad del agua en la zona de estudio.

⁹ En el balance hídrico la relación ETR/ETP es una función de las entradas de agua disponibles y del déficit hídrico, que se define como la diferencia entre el contenido de humedad correspondiente a la capacidad de campo y al contenido de humedad del suelo.

4.5.4.1 Recarga potencial

Los valores de recarga potencial se obtuvieron a través del Balance Hídrico de Suelo, presentado en el Anexo No.10a y 10b que demandó previo conocimiento de la precipitación efectiva, evapotranspiración potencial y los contenidos de humedad del suelo, obteniendo así: Para la zona I: 227.86 mm y en la zona II: 66.56 mm. Valores utilizados para hacer los cálculos de la Recarga del acuífero que se presentan en la Cuadro No. 4.13.

De acuerdo a los resultados, en la zona I, los suelos Franco arcillosos, presentan una recarga mayor que en la zona II, consecuencia de la capacidad de infiltración que es mayor, otra variación observada es por la profundidad de raíces, que es menor en la zona I.

En la parte alta de la microcuenca (Zona II), casi en la totalidad cubierto de cultivos de caña de azúcar en abandono y pequeñas áreas sembradas de eucalipto una buena parte del agua infiltrada es consumida por las raíces, disminuyendo la cantidad de agua que penetra en el suelo y subsuelo, producto de la baja permeabilidad de los suelos franco-arcillosos estos suelos trabajados por la maquinaria agrícola y los tipos de cultivos que se han realizado en la zona, han contribuido a un mayor deterioro.

4.5.4.2 Recarga de Retorno

Para el cálculo de la recarga por flujo de retorno, o Recarga inducida, es el agua que ingresa al acuífero después de cumplir una función ya sea por fugas en los

sistemas de abastecimientos o bien, exceso de riego. La Recarga de Retorno se estima en un 30% del total del agua abastecida, multiplicado por el consumo per cápita,¹⁰ igual a un promedio de 0.2 m³/día, calculándose para la microcuenca 610.353 m³/anuales es importante también tomar en cuenta el tipo de suelo.

4.5.4.3 Recarga Total

En el Cuadro No. 4.13 se presenta la Recarga del Acuífero que corresponde a la sumatoria de las diferentes recargas, siendo esta de 3,864,157.2 m³/anuales (3.86 MMCA), siendo este el potencial de explotación del recurso hídrico subterráneo de la microcuenca.

Cuadro No. 4.13 Recarga al Acuífero de la microcuenca.

Zona	Área (m²)	Recarga potencial (m³/año)	Recarga Real (m³/año)	Recarga Retorno (m³/año)	Recarga Total (m³/año)	Recarga (MMC/año)
I	8610000	0.22786	1961874.600	262581	2224455.6	2.22
II	19410000	0.06656	1291929.600	347772	1639701.6	1.64
Total					3,864,157.2	3.86

Fuente: Datos obtenidos del Balance Hídrico de suelo y cálculos para la zona de estudio.

Es importante señalar que la entrada de agua que se da lateralmente, la zonas más altas de la microcuenca (sector Oeste de las Banderas, Malacatoya al Norte

¹⁰ Cálculo para zonas rurales, en base a datos de: Wast Water Internacional, 1995, (Espinoza,.1999) Reconocido por ENACAL

de Tipitapa y Sur del Departamento de Matagalpa), estos datos no se cuantifican en la recarga calculada por no ser representativa.

4.5.5 Descarga

Las salidas del acuífero están dadas por las descargas naturales que presenta el sistema y las descargas artificiales por efecto del bombeo en los pozos.

En la zona costera debido al carácter somero del acuífero se produce descarga por Evaporación y por flujo subterráneo. Una de las principales salidas o descargas del acuífero es hacia el lago Xolotlán y otra parte se dirige hacia el sur buscando el río Tipitapa.

Las salidas de extracción por bombeo de pozos en la microcuenca se han calculado en un Volumen total: $2145105 \text{ m}^3/\text{año}$ + Evapotranspiración: $1023,28 \text{ mm/año}$, = $1.023 \text{ m}^3/\text{año}$ se deduce una Descarga Total de: $2145106.023 \text{ m}^3/\text{año}$

4.5.5.1 Estimación de la explotación actual del acuífero en la microcuenca

Se identificaron 52 pozos, 44 excavados y 9 perforados, abasteciendo a 11,262 personas, las que habitan en 1152 viviendas, ubicadas en la microcuenca.

De estos, 5 pozos son de uso comunitario, 3 son perforados y 2 excavado, 6 son propiedad de haciendas o fincas grandes, de los cuales 4 abastecen cantidades considerables de ganado (+ de 100 cabezas), 28 pozos excavados, con aeromotor para la extracción del agua, son usados para riego y 4 pozos perforados son de uso Industrial. Se pueden observar en el Cuadro No.4.16 y Anexo No. 5b.

En la comunidad de Colonia Roque se encuentran 6 pozos excavados abandonados, por haberse secado al bajar el nivel. Con la gran recarga después del huracán MITCH, el nivel subió evidenciado por la presencia de agua en estos pozos. Actualmente no son usados por considerarlos contaminados y

representan un peligro latente al acuífero por ser utilizados como depósitos de basura.

Cuadro No. 4.14 Inventario de Fuentes de agua

Lugar	Población	No. Viviendas	P Excavado	P Perforado	Total
C. ROQUE	717	216	7	1	8
Chilamatillo	1200	165	1	3	4
Los Laureles	2280	300		1	1
Emp.San Benit	6680	920		2	2
Col. Agric. SB	206	31	29	0	29
El Trescientos	29	5	2		2
Hac. Belén	40	3	3		3
El Papalote	20	1	1		1
Penjamo	35	1	1		1
La Florida	55	10		1	1
TOTAL	11262	1152	44	9	52

Fuente: Encuesta e Inventario de fuentes de agua

En el Cuadro No. 4.15 se presenta los datos de Explotación actual, obtenidos a través del inventario de fuentes de agua y encuestas realizadas en las diferentes comunidades, caseríos, fincas, huertas y empresas industriales ubicadas en la microcuenca en estudio, se obtuvo información sobre el volumen extraído de acuerdo a sus usos.

Cuadro No. 4.15 Explotación del agua subterránea de acuerdo al uso (m³/año)

Comunidad	Doméstico m³/día	Riego m³/día	Ganadería m³/día	Industria m³/día	Vol.Extracción Total m³/ día
Colonia Roque	77			1110	1187
Chilamatillo	286	10			296
Emp.San Benito	1588		15		1603
Los Laureles	255		10		265
Col. Agrícola San Benito	18	2268	15		2301
El Trescientos	15	15	85		115
La Florida	15				15
Hda Belén	10		73		83
El Papalote	2				2
Penjamo				10	10
TOTAL- Día					5877 m³/día
TOTAL Anual					2145105m³/año
TOTAL Anual					2.14MMC/año

Fuente: Encuesta e Inventario de fuentes de agua

La explotación actual del acuífero en la microcuenca, de acuerdo al inventario de fuentes de agua y encuestas, se puede estimar en 5867 metros cúbicos anuales, entre pozos excavados y perforados para usos doméstico, agrícola, ganadero e industrial.

Los cinco pozos de servicio comunitario, que abastecen a las seis comunidades de la microcuenca son de restringido uso doméstico, prestando un servicio racionado, con mayor tensión en verano.

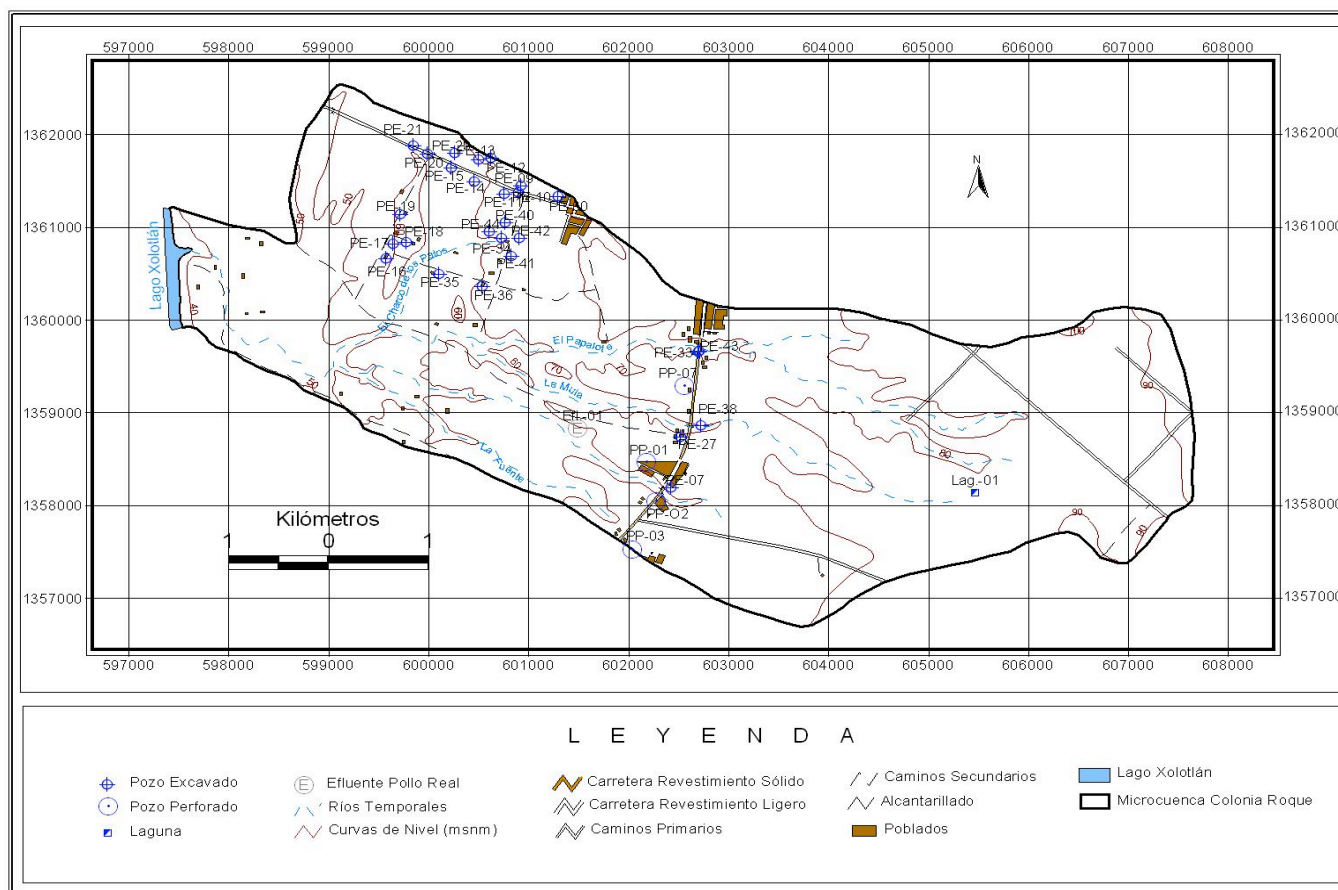


Figura No.4.7 Mapa de Inventario de Fuentes de Agua
Fuente: Encuesta e Inventario de fuentes de agua de la microcuenca. 2002

La explotación actual del acuífero es menor que en años anteriores. La extracción en el acuífero era considerada intensiva entre los años 1986 al 2001, con la explotación que realizaba el Ingenio Victoria de Julio o TIMAL, para el riego de los cultivos de caña de azúcar se daba una explotación de 140 MMC/año de los cuales 100 MMC/año se obtenían del embalse Las Canoas y 40 MMC/año de explotación subterránea. (Proyecto TIMAL, 1986).

Existe la posibilidad de que la cantidad de agua que se extraía haya estado excedida por el uso agrícola y con pozos de poca profundidad provocaron que muchos de ellos se hallan secado.

De acuerdo a los datos obtenidos en el inventario de pozos, la explotación al acuífero es poca, comparada con los grandes espesores saturados de agua subterránea que se tienen, por las potencialidades hidráulicas con que cuenta el acuífero semiconfinado y sus altas transmisividades.

4.5.6 Disponibilidad del Acuífero:

La Disponibilidad de agua subterránea, conforme a la Metodología consultada,¹¹ se obtiene de restar a la Recarga Total, de los volúmenes calculados de la Descarga Total.

Recarga Total = 3.86 MMC /año – Descarga Total = 2.14 MMC/año teniendo un excedente aproximado de ***1.72 MMC/año***.

Por lo tanto **existe una buena disponibilidad de agua**, por lo que es posible, se pueda dar la explotación al acuífero de acuerdo a la demanda, haciendo un uso racional y sostenido del recurso.

¹¹ Determinación de la Disponibilidad de agua en el acuífero de Santa María. México 2002

4.5.7 Demanda de agua potable

La comunidad de Colonia Roque cuenta con 216 viviendas y una población de 717 personas, aproximadamente 6 personas por casa, considerando una dotación de 35 galones por persona, por día (gppd) ¹², por un factor de 1.15 considerando una pérdida por el sistema de distribución obsoleto con que se cuenta actualmente en la comunidad. El Cuadro No. 4.16 proyecta la Demanda de Agua, de acuerdo a los cálculos realizados. El consumo promedio por día (cppd) requerido será:

cppd = Población x dotación x por factor de pérdida

cppd = $717 \times 35 \times 1.15 = 28.859.25$ gppd

- 109.24 m³/día
- 4.55 m³/h
- 0.076 m³/min.
- Lo que es igual a un caudal equivalente constante de: 1200 g/h
- Realizando una proyección de la población actual de acuerdo a la fórmula:
- (ver Metodología) $P_n = 717 (1+3.5\%)$

¹² La dotación de 35 gppd es un dato suministrado por INAA / ENACAL

Cuadro No. 4.16 Proyección de la Demanda de Agua

No.	AÑO	PROYECCION DE POBLACION	DEMANDA G/DIA
1	2003	717	18750
2	2004	768	20083
3	2005	795	20789
4	2006	823	21521
5	2007	852	22280
6	2008	881	23038
7	2009	912	23850
8	2010	944	24886
9	2011	977	25549
10	2012	1011	26438
15	2017	1201	34528
20	2022	1426	40997

Fuente: Censo de la población de Colonia Roque

4.5.7.1 BALANCE OFERTA DEMANDA:

La demanda está proyectada de acuerdo a la población actual de Colonia Roque por una dotación de 35 gpppd proyectándola a 10, 15 y 20 años la población se puede llegar a duplicar, por lo que la demanda también duplicará, por eso se debe planificar un nuevo sistema de agua potable de acuerdo al desarrollo sustentable de la comunidad.

La explotación actual del pozo es de 77 m³/día (\approx 20.000 gp/d) La producción total diaria puede ser mayor de acuerdo a los resultados de las pruebas de bombeo, considerando que por el gran diámetro del pozo este funciona como una cisterna de almacenamiento, al bombear por 7 horas consecutivas se supone que a un caudal de 45 gpm el descenso no fue significativo.

Se considera conveniente incluir en la demanda de agua una reserva para incendio, la que se define de acuerdo a caudales conforme al tamaño de la población, para un máximo de población de 1600 personas, se demanda de un hidrante con una producción de 127 gpm ante la suposición de que ocurra un incendio por año¹³.

4.5.8 Monitoreo del nivel de aguas subterráneas:

De acuerdo a controles realizados en los pozos de la microcuenca se encontró que a mayor altura sobre el nivel del mar, mayor profundidad de los pozos.

¹³ Nota: Caudal de incendio: Información tomada de Criterios de diseño para acueductos urbanos (Estudios de consumos, demandas y criterios de diseño. Costa Rica, 1983)

Las mayores profundidades se localizaron en la zona Nor-Este, los niveles del agua oscilan entre una profundidad de 50 a 60 m. bajo terreno.

En las cercanías del Lago Xolotlán, los niveles estáticos son poco profundos, hasta de 2 m. de profundidad, aquí puede haber intrusión del lago en los pozos circunvecinos, por lo que representan una amenaza a la salud para los pobladores de este sector, especialmente los horticultores que aprovechan las aguas del lago para riego. (Ver anexo No. 5b Inventario de fuentes de agua). Esta presunción se basa en los datos de conductividad descritos en el capítulo de Calidad de agua.

En la parte central de la microcuenca el nivel estático oscila entre 35 y 45 m, entre los que se encuentra el pozo comunal de Colonia Roque.

Se encontraron registros de pozos perforados de la zona de estudio con niveles hasta de 123.75 m pozos en los que no se pudo alcanzar el basamento por lo tanto se desconoce el espesor del acuífero.

4.5.9 Líneas Equipotenciales y Dirección del Flujo:

La información obtenida de los niveles estáticos de los pozos en época seca nos dieron la información necesaria para elaborar el mapa de isofreáticas el cual contiene las líneas equipotenciales y la dirección del flujo del agua subterránea. En los lugares donde no se tenía datos del nivel estático del agua subterránea, se aproximó con las curvas de nivel ya que no existían pozos.

De acuerdo al comportamiento presentado por el mapa de isofreáticas (Ver Figura 4.8) el flujo se divide en el centro de la microcuenca, parte toma hacia el Sur con mayor velocidad viniendo de la zona más alta hacia el río Tipitapa siguiendo el drenaje del sistema de la cuenca del río San Juan. Correspondiéndose a resultados de isofreáticas las que señalan que el flujo de agua subterránea descarga en cantidades menores hacia el Lago Xolotlán. (M. Espinoza, 2000)

En la parte media de la microcuenca el nivel estático del agua oscila entre 35 y 45 m, entre los que se encuentra el pozo comunal de Colonia Roque. Se localizaron algunos registros de pozos perforados de la zona de estudio, con niveles hasta de 123.75 m pozos en los que no se pudo alcanzar el basamento por lo tanto se desconoce el espesor del acuífero.

Para calcular el valor del gradiente hidráulico de la microcuenca se utilizaron las líneas equipotenciales 50 y 45 con una distancia entre ellas de 270 m.

$$i = \Delta h/L$$

Donde:

i - gradiente hidráulico

Δh - diferencia de carga hidráulica entre dos líneas equipotenciales

L - distancia entre las dos equipotenciales elegidas

El gradiente hidráulico de la microcuenca es de 0.018 , lo que nos indica que el movimiento del flujo del agua subterránea es lento.

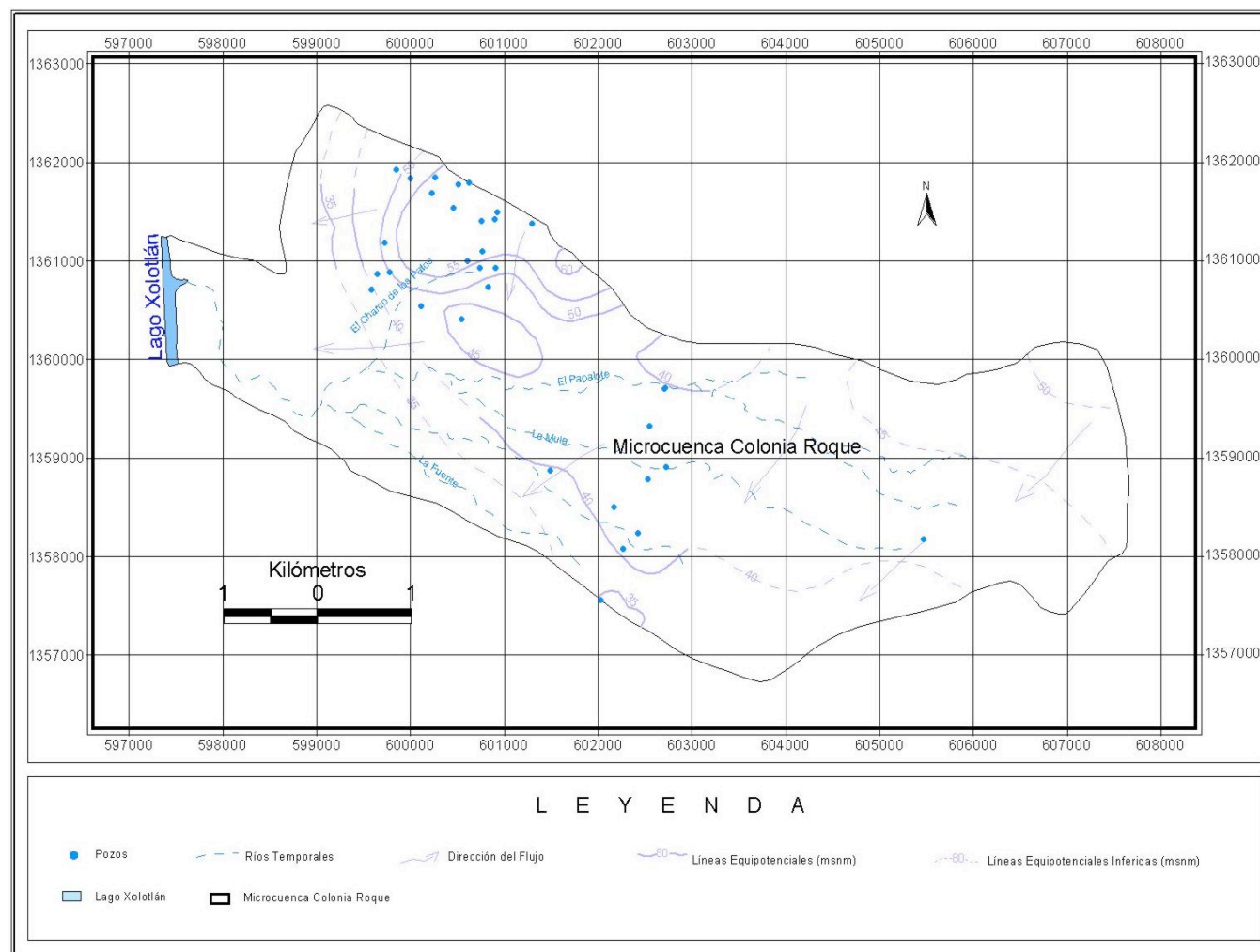


Figura No. 4.8 Mapa de Isofreáticas y Dirección del Flujo. Fuente: Inventario de fuentes de agua

4.5.10 Modelo Conceptual del acuífero de Colonia Roque

El modelo conceptual permite la integración de la información disponible para caracterizar el comportamiento del acuífero, como una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible de las reservas de agua subterráneas.

El estudio de Colonia Roque partió de la delimitación de la microcuenca con una superficie aproximada de 32 Km², ante la situación de problemas de abastecimiento de agua, siendo la principal y única fuente el agua subterránea.

El acuífero del área de estudio forma parte de un acuífero mayor, el Acuífero Tipitapa –Malacatoya., el que geográficamente limita al Oeste con el lago Xolotlán, con el que se presume no tiene contacto directo. (Ver Figura No. 2.4)

El medio hidrogeológico está compuesto por sedimentos volcánicos Cuaternarios (Qv) de poco espesor, seguido de tobas (TQpst) fracturadas con espesores que oscilan aproximadamente de los 10 - 70 metros con intercalaciones de arcillas, escorias, piroclastos y pómez igualmente del (TQps). El grado medio de fracturamiento de las tobas le dan a esta parte del acuífero una permeabilidad secundaria alta.

Los Parámetros hidráulicos del acuífero presenta Transmisividades altas en el rango de 627 y 740 m²/día. El Coeficiente de almacenamiento: (S) oscilan entre 1.83×10^{-4} y 6.54×10^{-4} lo que se corresponde con los valores de un acuífero semiconfinado, que se confirma con las formaciones de tobas y arcillas con un grado de fracturamiento medio, que predominan en la región.

La Recarga del Acuífero que corresponde a la sumatoria de las diferentes recargas, es de $3864157.2 \text{ m}^3/\text{anuales}$ (3.86 MMC/Año), siendo este el potencial de explotación del recurso hídrico subterráneo de la microcuenca.

Las salidas del acuífero están dadas por las descargas naturales que presenta el sistema y las descargas artificiales por efecto del bombeo en los pozos. La Descarga Total aproximada es de $6890.28 \text{ m}^3/\text{año}$ (0.00689 MMC/Año).

La Disponibilidad de agua subterránea es de **$3857266.92 \text{ m}^3/\text{año}$** (3.85 MMC/Año) por lo tanto, se infiere que existe un buen almacenamiento subterráneo.

La dirección del flujo se orienta de Este a Oeste parcialmente hacia el lago Xolotlán y otra parte del flujo se divide en la segmento medio y alto de la microcuenca que toma un rumbo Noreste al Suroeste, buscando el río Tipitapa se presume sigue el drenaje del sistema de la cuenca del Río San Juan. El gradiente hidráulico de la microcuenca es de 0.018, lo que nos indica que el movimiento del flujo del agua subterránea es lento.

4.6 CALIDAD DEL AGUA

La calidad de un agua queda definida por su composición y el conocimiento de los efectos que puede causar cada uno de los elementos que contiene, permite establecer la posibilidad de su utilización clasificándola así, de acuerdo a ciertos límites.(Custodio, 2001).

Con el fin de conocer la calidad físico químico, bacteriológico y grado de contaminación por plaguicidas en las aguas subterráneas de consumo humano se escogieron para muestreo 6 pozos, 4 de éstos son de uso comunal. Como criterio de selección se tomó en cuenta el uso para consumo humano y una distribución homogénea en el área. Para obtener esta información se ejecutaron dos jornadas de muestreos (época seca y lluviosa) los análisis se realizaron en los laboratorios del Centro Investigación de Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN - Managua).

4.6.1 Parámetros de campo

4.6.1.1 Conductividad eléctrica

Durante el muestreo el comportamiento de este parámetro se encontró un poco alterado en cinco de los seis pozos muestreados, los valores de la CE oscilaron entre **430 y 794 $\mu\text{s.cm}^{-1}$** . La conductividad más alta registrada es la del pozo Coco Saravia, usualmente los valores de CE se relacionan con los Sólidos Totales Disueltos (STD) o sales minerales disueltas en el agua lo que puede estar relacionado, con la litología de la microcuenca. Los sólidos totales disueltos se encontraron en concentraciones menores a 400 mg/l ⁻¹ sólo Coco Saravia llegó a

534.14 mg/l ⁻¹ concentración que está dentro del límite permisible, no observándose diferencias entre pozos perforados y excavados.

Se realizaron mediciones de Conductividad eléctrica Temperatura y pH en las aguas del Lago Xolotlán, encontrando altos valores de conductividad: 1775 $\mu\text{s.cm}^{-1}$, similar a la presentada por los pozos vecinos de los sembradores de hortalizas de las orillas del lago, (1m., 2m., 3m. de profundidad) los pozos más alejados mostraron diferentes valores lo que nos hace suponer que no hay intrusión de las aguas del lago al acuífero de la microcuenca. Se sugiere comprobar esto por otros estudios.

4.6.1.2 Temperatura del Agua

La temperatura del agua subterránea del acuífero varía de 18 a 33.5° C, con promedios entre 26° C y 27° C. Las temperaturas más altas se encuentran en la parte media y alta y las temperaturas más bajas en las zonas más bajas consideradas zonas de descarga, por estar próximas al lago.

4.6.2 Calidad Físico-Química

En el estudio físico-químico se comprobó: que los iones predominantes fueron el bicarbonato (HCO_3), el calcio (Ca) y el sodio (Na) (Ver Figura No. 4.9). Los datos se procesaron con el programa de Aquachen. El gráfico de Piper dio como resultado, aguas bicarbonatadas - cálcica-sódica ($\text{HCO}_3 > \text{Ca}^{+2} > \text{Na}^{+2}$) lo que se corresponde con la formación geológica, su composición química, el tiempo y la

distancia que ha recorrido el agua analizada. Los resultados tienen relación con la dureza de las aguas cuyos valores oscilaron entre 116.16 y 345.45 mg/l⁻¹, de conformidad a las normas CAPRE, estos resultados no exceden las normas de calidad.

Desde el punto de vista Hidroquímico las aguas bicarbonatadas - cálcicas están relacionadas con aguas de zonas de recarga, que son aguas relativamente jóvenes, con poco tiempo de permanencia en el subsuelo y en su mayoría puede ser de origen meteórico, tomando en cuenta los resultados del gráfico, son consideradas como aguas de buena calidad natural.

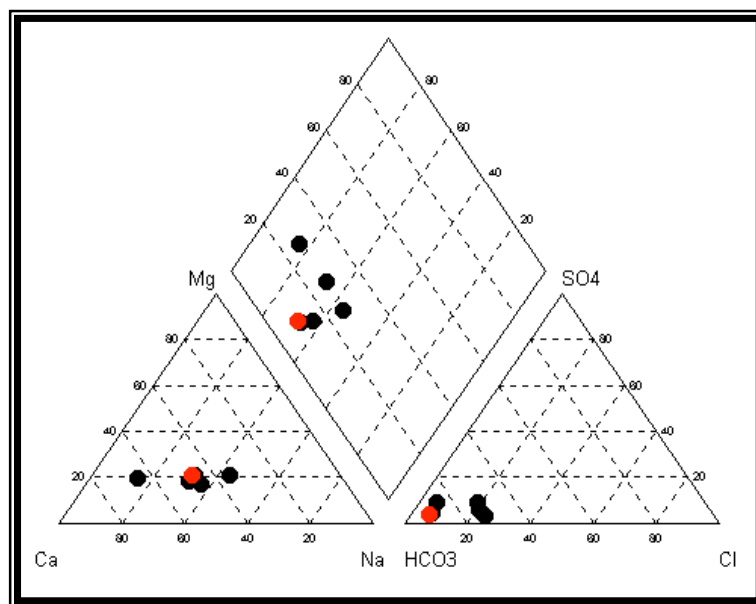


Figura: No 4.9 Diagrama de Piper Hidroquímica del agua de Pozos de la Microcuenca de Colonia Roque. Tipo de agua Bicarbonatada, Cálcica, Sódica AQUACHEN

La calidad de las aguas bicarbonatadas para uso potable no presenta problemas de toxicidad en cuanto a su composición química, aunque esto no es determinante

para valorar su calidad para consumo humano, químicamente, hay que tomar en cuenta los resultados de otros parámetros.

La presencia del Sodio se debe que estamos en una planicie costera, zona de descarga, donde llegan aguas de mayor recorrido y tiempo, procedentes de la recarga lateral.

4.6.2.1 Sólidos Disueltos Totales (SDT)

La mayoría de las muestras analizadas presentan valores de SDT por debajo de 500 mg/l, es decir aguas aptas para consumo humano.

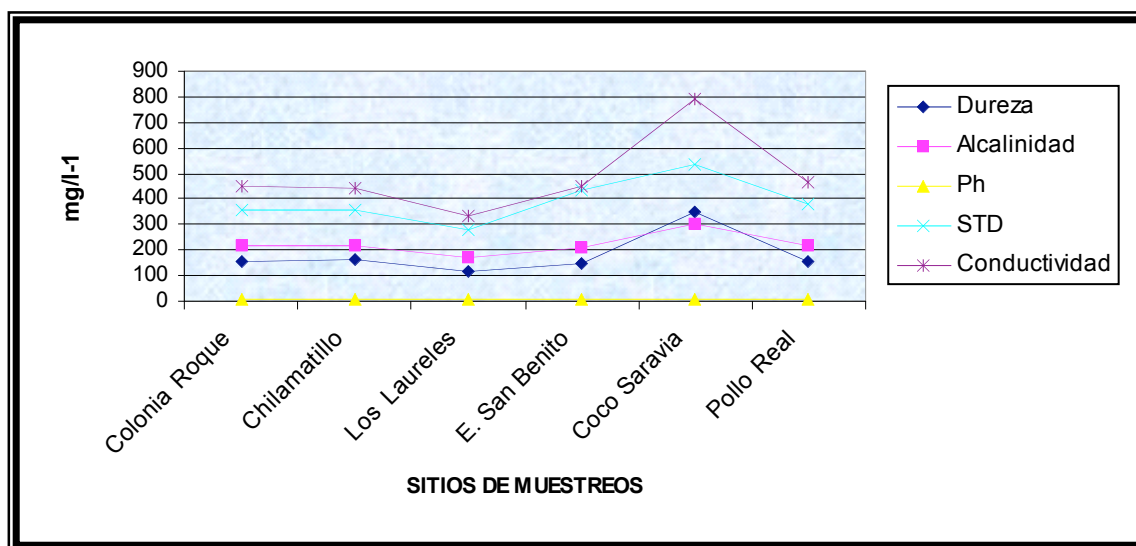


Gráfico No. 4.11 Relación de parámetros físico-químicos de aguas subterráneas Microcuenca. C. Roque, 2002

En el gráfico No. 4.11 se observa la relación del comportamiento que existe entre los parámetros: alcalinidad, Sólidos Totales Disueltos (STD), dureza y conductividad, los valores más alto se obtuvieron en Coco Saravia y los más bajos en Los Laureles, en cambio el comportamiento del pH, durante el muestreo y el

levantamiento del inventario de pozos está dentro de los parámetros normales (pH=7.7 a 8.6). Es importante señalar que ninguno de estos parámetros sobrepasaron los límites de calidad según OMS, (1995) y Normas CAPRE los que oscilan entre: 6.8 a 8.6.

4.6.2.2 Sodio, Magnesio, Potasio y Cloruro

Los análisis de las aguas de los 6 pozos estudiados, nos permitieron conocer que estos iones están dentro de los parámetros normales. La presencia de estos en el agua se relaciona con la dureza y salinidad.

4.6.2.3 Nitritos, Nitratos y Amonio

Estos parámetros están dentro de los valores admisibles de acuerdo a CAPRE, OMS Y EPA. La presencia de estos iones en agua de pozos se debe a influencia antropogénica teniendo entre las posibles causas el fecalismo al aire libre, mala ubicación de letrinas, crianza de ganado vacuno o caballar, como también el uso de fertilizantes.

4.6.2.4 Calcio

De 6 pozos muestreados 5 registraron niveles de calcio normales, menores de 100 mg/l⁻¹, excepto; El PE-36 Coco Saravia, presentó valores de calcio un poco alto: 106.48mg/l⁻¹ sobre los valores máximos admisible para las “Normas CAPRE y OMS”.

De acuerdo a los resultados físico-químicos encontrados, 5, de los 6 pozos estudiados, presentaron un comportamiento, que no excede a lo establecido por las normas vigentes y aceptadas en nuestro país “Normas CAPRE y OMS” haciendo posible conocer, que las aguas de los pozos comunitarios están aptas físico-químicamente para el consumo humano.

4.6.2.5 Hierro

De los pozos muestreados solamente se encontraron niveles **altos de hierro** en el **PP del Plantel de Pollo Real**, con 5.38 fósforo Total disuelto.

4.6.2.6 Boro

Conociendo la alta presencia del elemento boro en las aguas del Lago Xolotlán, se realizaron análisis en las aguas de los pozos, con el fin de indagar una posible intrusión de las aguas del lago en el acuífero de la microcuenca, siendo baja su presencia, encontrando valores máximos de $0.3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Limite máximo admisible según la OMS.

4.6.3 Metal pesado: Arsénico

Considerando el Geotermalismo de la zona y su relación con la presencia del metal pesado “arsénico”, se realizó muestreo de aguas subterráneas para conocer de la posible presencia de este metal pesado tan peligroso para la salud humana, obteniendo resultados considerados dentro de los parámetros normales según CAPRE, la EPA y las normas OPS-OMS.

4.6.4 Comparación de resultados de análisis físico-químicos en agua de pozos. Controles históricos y actuales en la microcuenca C. Roque.

También se dispuso de información histórica sobre calidad de agua de la microcuenca. De acuerdo a los registros de INETER, ENACAL y McGregor (IPENSA). Cuadro No. 4.17 y 4.18. Esta información fue realizada por diferentes laboratorios permitiéndonos comparar las diferentes concentraciones de los iones en el tiempo.

Cuadro No. 4.17 Resultados de Análisis físico-químicos de aguas subterráneas (controles históricos en la microcuenca) Colonia Roque.

Código	Localización	Fecha	Cations					Aniones					SIO ₂	DT	STD
			K	Na	Mg	Ca	Fe	NO ₃	Cl	F	HCO ₃	SO ₄			
PP-09	Finca La Esperanza (CR)	12/06/75	9	46	7	32		2	16	1	226	7	1.1	110	300
PP-04	Alfredo Roque- Chilm	15/08/69	7	26	20	36		5	21	0	250	4	104	175	366
PE-06	Finca Pablo Aguirre-Ch	15/08/69	8	17	18	44		25	38	0	195	1	104	185	346
PE-18	Finca San Martín	15/08/69	6	18	10	24		2	10	0	159	1	120	100	236
PE-10	Finca Octavio Solórzano	25/11/69	9	29	12	40		3	16	1	201	10	90	150	336
PP-24	San Benito	15/08/69	7	24	14	36		1	14	0	226	7	120	150	328
PP-40	Col. Agr. Los Laureles	03/12/74	23	24	8	38		1	24	1	201	5	55	1.3	281
PP-	Los Laureles	22/07/96	6	29	6	37		2	3	0	217	0.7	33	119	300

Fuente: Registros de INETER, ENACAL y McGregor (IPENSA)

Cuadro No. 4.18 Resultados de Análisis Físico-Químico de aguas Subterráneas muestreados en la microcuenca, Colonia Roque, 2002.

Código	Localización	Fecha	Cations					Anions					SIO ₂	DT	STD	STD
			K	Na	Mg	Ca	Fe	NO ₃	Cl	F	HCO ₃	SO ₄				
PE-07	Coloni Roque	14/04/02	6	36	12	44	<0.04	5	11	0	261	9.9	105	158	356	0.3
PP-08	Chilamatillo	14/04/02	6	35	12	45	<0.04	6	11	0	269	9.2	102	164	359	0.2
PP-05	Los Laureles	14/04/02	6	24	6	36	<0.04	3	4	0	210	<0.25	94	116	276	0.1
PP-06	San Benito	14/04/02	6	39	10	43	<0.04	2	10	0	251	21	103	147	357	0.3
PE-36	Coco Saravia	14/04/02	6	29	19	106.4	0	17	70	0	370	13	91	345	534	0.3
FA-53	Laguna	14/04/02	7	23	7	31	2	<0.05	20	0	136	14	7.3	106	184	0.1
FA-54	Efluente	14/04/02	31	66	16	46	0	<0.05	57	1	341	21	124	183	529	0.2

Fuente: Muestras de aguas analizadas por el CIRA /Unan-Managua, 2002

Si comparamos los resultados en el tiempo, no infieren grandes cambios, en la mayoría de los casos el comportamiento de los resultados son similares, se reafirma que las aguas extraídas que se han analizadas son de época reciente.

4.6.5 Contaminación por Agroquímicos:

La microcuenca en estudio, fue utilizada casi 40 años para cultivo de algodón hasta 1983. Este cultivo es altamente dependiente de plaguicidas organoclorados. En la década de los ochenta, el cultivo del algodón fue reemplazado en la parte alta de la microcuenca por el cultivo de caña de azúcar y en la parte baja por granos básicos especialmente el sorgo y hortalizas.

4.6.5.1 Plaguicidas organoclorados:

De 5 pozos muestreados y de 15 parámetros estudiados según el Método de S. Jensen et al, 1933 (1), en los pozos comunales, no se lograron detectar ningún plaguicida organoclorado a excepción del pozo excavado de Coco Saravia, ubicado en la parte baja de la microcuenca, se encontró pp-DDE en $0,27 \text{ Mg / l}^{-1}$ en su límite mínimo de detección del 0.27, este metabolito del DDT (Dicloro Difetil Tricloroetano) indicando por la degradación que es un insecticida que no es de aplicación reciente.

Los Plaguicidas organoclorados no son solubles en el agua, se adhieren a las partículas disueltas y se acumulan en el suelo o bien en los sedimentos, son más persistentes en el ambiente, pueden producir daños severos al medio ambiente y

al hombre a corto y largo plazo. Los organoclorados se acumulan en el tejido adiposo del ser humano y también en la fauna acuática en donde los residuos de plaguicidas organoclorados se acumulan con más frecuencia.

4.6.5.2 Plaguicidas organofosforados

Este grupo de plaguicidas no se detectó en ninguno de las aguas de pozos muestreadas. Esta comprobado que los plaguicidas organofosforados son solubles en agua y no son persistentes en el medio ambiente.

4.6.5.3 Herbicidas Triazinas

Las Triazinas son de degradación lenta, no son solubles en el agua de persistencia alta, toxicidad moderada y en suelos con alto contenido de arcilla tienen efecto residual. Se puede inferir de acuerdo a los niveles legales la triazina no debe superar 0.1 mg/l.

En los muestreos realizados en aguas de pozos de consumo humano en todos, se encontraron altos niveles de Triazinas, según se observa el gráfico: No. 4.12

De acuerdo a literatura consultada, no existe un riesgo significativo en la salud humana a menos que la presencia de este producto fuera de manera continuada y en cantidades muy elevadas. (FAO, 2001).

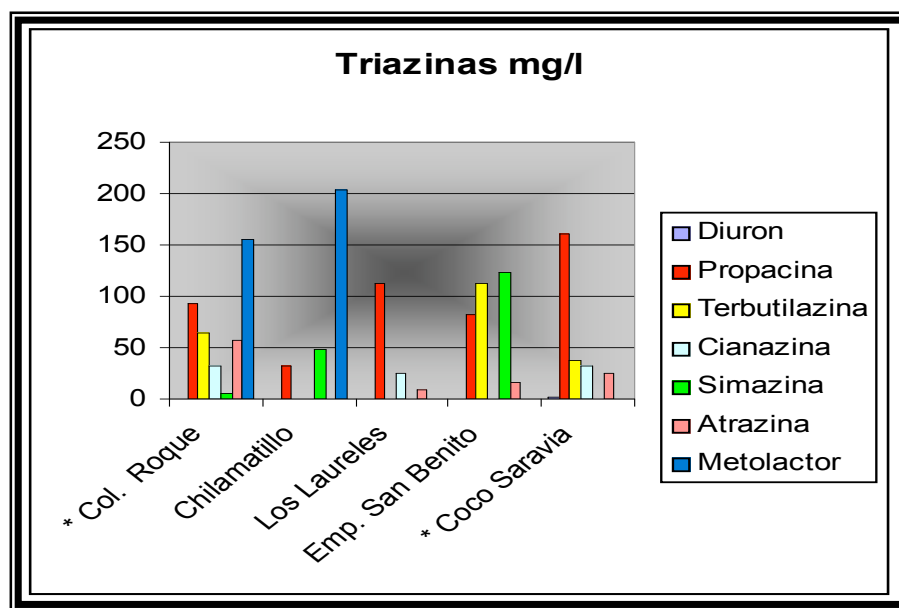


Gráfico No.4.12 Presencia de Triazinas en Aguas de pozos de consumo humano
Fuente: Muestras de agua analizadas por el CIRA – UNAN, 2002

Por lo que se sugiere a los pobladores la eliminación gradual de este herbicida para reducir el riesgo que esta sustancia plantea.

4.6.6 Estudio bacteriológico en pozos comunitarios de la microcuenca

Para evaluar la calidad del agua de consumo humano en época seca se realizaron en los cinco pozos comunitarios, análisis de bacterias Coliformes totales, Coliformes fecales, *Streptococcus fecales* y *Escherichia coli*, considerando la presencia de bacterias como el indicador ideal de contaminación.

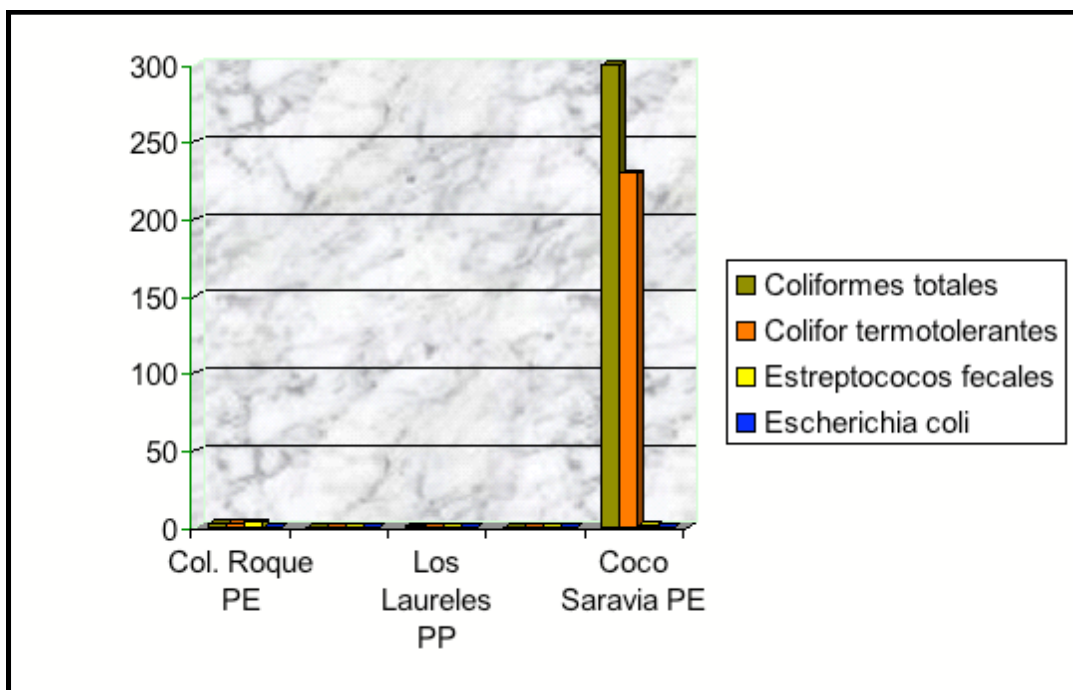


Gráfico No. 4.13 Presencia bacteriana en pozos de la microcuenca en época seca, abril, 2002. Fuente: Muestras de aguas de pozos, Microcuenca Colonia Roque.

Conforme a los resultados reportados por el Departamento de Microbiología del CIRA/UNAN, Gráfico No. 4.13, de los 5 pozos muestreados en la época seca, 3 reportan valores que sobrepasan la norma de Coliformes totales, Coliformos termotolerantes y Estreptococos fecales. El pozo de Colonia Roque, además, presenta *Escherichia coli*.

De los pozos contaminados, dos son excavados, el de la comunidad de Colonia Roque y el de Coco Saravia, el tercer pozo contaminado es el de la comunidad de Los Laureles, es perforado y supuestamente recibe tratamiento.

De los cuatro pozos comunales, según muestra el Gráfico 4.14, el de Colonia Roque es el que presentó mayor concentración de bacterias por lo tanto es el que está más contaminado.

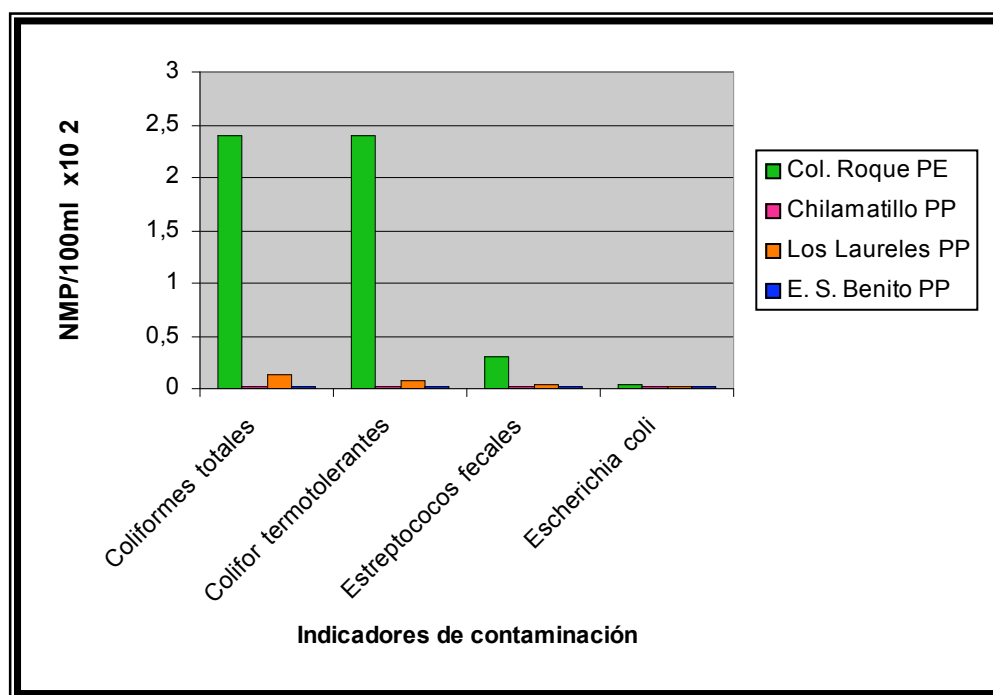


Gráfico No. 4.14 Contaminación bacteriana en pozos comunales en época seca, Junio.2002.

En la segunda campaña de muestreo en el mes de septiembre, durante la época lluviosa, se incorporó el pozo perforado del Plantel de Pollo Real, ubicado en la comunidad de Colonia Roque, con lo que se logró evaluar cuatro pozos perforados y 2 excavados en la microcuenca.

El pozo comunitario de Colonia Roque, presentó una disminución significativa en NMP de bacterias, en comparación con la época seca, pasando de 240 Coliformes

totales y fecales a 4.00 totales y 2.00 termotolerantes NMP/100ml, que según las normas CAPRE estos últimos resultados se encuentran dentro de los límites de la norma.

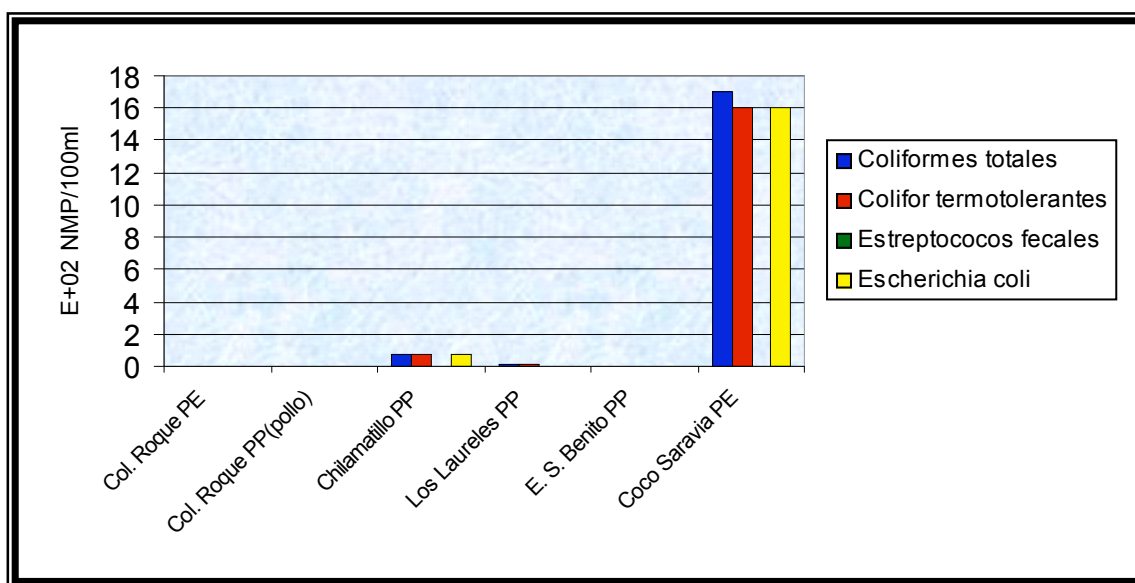


Gráfico No. 4.15 Indicación de contaminación bacteriana en pozos de la microcuenca en época lluviosa, C. Roque, Agosto, 2002.

En el Gráfico 4.15 se refleja que el pozo comunitario de Chilamatillo, los valores de los conteos bacterianos durante la época seca estuvieron dentro de los parámetros normales (2 NMP/100ml), variando en la segunda campaña de muestreo en que la concentración de bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli* se elevaron a 80 NMP/100ml. Al comparar la concentración de Coliformes fecales con la de *Estreptococos fecales* encontramos que es mayor la de Coliformes lo que nos hace pensar que estos resultados se deben a influencia antropogénica producto de las prácticas comunitarias de fecalismo al aire libre.

Las bacterias coliformes no deberían ser detectadas en aguas de consumo humano o sistemas de tratamiento de abastecimiento de agua. En el caso de Los Laureles, el tratamiento que recibe, debe ser inadecuado por la presencia bacteriana encontrada.

En los pozos de San Benito y Pollo Real se verificó que tienen un eficiente sistema de tratamiento, conforme a las normas CAPRE, OMS, y EPA, todos con cero bacterias fecales.

Los resultados bacteriológicos encontrados nos revelan la necesidad de controles eficaces de tratamiento y/o desinfección en las fuentes de agua para consumo humano.

El pozo excavado de Coco Saravia, presentó en las dos campañas de muestreos, altas concentraciones de Coliformes totales, Coliformes fecales y *Streptococcus* fecales, lo que se interpreta con la presencia de estos organismos patógenos es que hay contaminación fecal. De acuerdo a las normas, los resultados indican, que el pozo de Coco Saravia no es apto para el consumo humano, por el alto riesgo epidemiológico que presenta esta fuente de agua sin tratamiento, la que es utilizada para procesar productos alimenticios derivados de la leche, los que son distribuidos en las comunidades circunvecinas y la ciudad de Tipitapa.

4.6.6.1 Estudio bacteriológico en aguas superficiales

- **Bacterias en la Laguna**

Los análisis de agua de la Laguna de Colonia Roque presentaron concentraciones altas de Coliformes totales (1600 NMP/100 ml) y Coliformes fecales (500 NMP/100

ml) y en menor presencia *Estreptococos fecales* (22 NMP/ 100 ml) y *Escherichia coli* (9 NMP/100 ml).

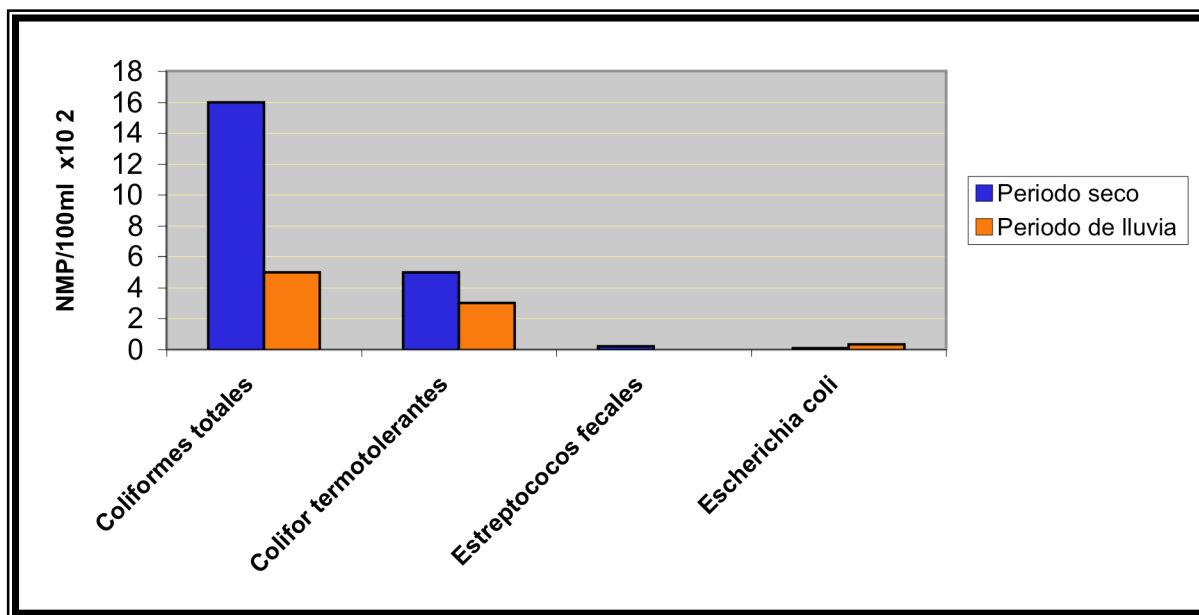


Gráfico No. 4.16 Presencia de bacterias en la Laguna, C. Roque, 2002

La Gráfica No. 4.16 presenta el comportamiento de las bacterias en la Laguna, encontrando mayor concentración de bacterias coliformes durante el período seco.

La Laguna es utilizada para pesca, riego, consumo del ganado, recreación de las comunidades circunvecinas, baño y consumo humano por los asentamientos recientemente formados.

A pesar de encontrarse permanentemente grandes cantidades de ganado en las inmediaciones de la Laguna, la contaminación bacteriana se debe a

contaminación fecal humana evidenciada por un mayor número de bacterias Coliformes termotolerantes en comparación con *Streptococcus* fecales.

De acuerdo a los indicadores de contaminación fecal, el agua de la Laguna no presenta las condiciones higiénico-sanitarias para el consumo humano que debe ser de cero NMP/100 ml. Tampoco debe ser utilizada para el cultivo de peces o pesca, según las normas de la OMS, deben tener un máximo de 230 Coliformes totales y 43 Coliformes termotolerantes, a menos que se guardaran las recomendaciones pertinentes, para evitar ser un riesgo de salud pública por las altas posibilidades de contraer enfermedades gastrointestinales.

▪ **Bacterias en el Efluente**

Las lagunas de estabilización de la planta procesadora de pollo Real presentan una infraestructura de apariencia adecuada para la remoción de materia orgánica y nutrientes. Son anaeróbicas y aireadas en series, lo que se puede considerar una solución para el tratamiento de las aguas de la planta de matadero industrial, que por la acción física combinada con procesos desarrollados por bacterias y algas se puede lograr una eficiente depuración de líquidos cloacales.

Se analizó una muestra de agua del Efluente encontrando bastante altos los valores de los coliformes totales y termotolerantes, según se observa en el Gráfico No. 4.17.

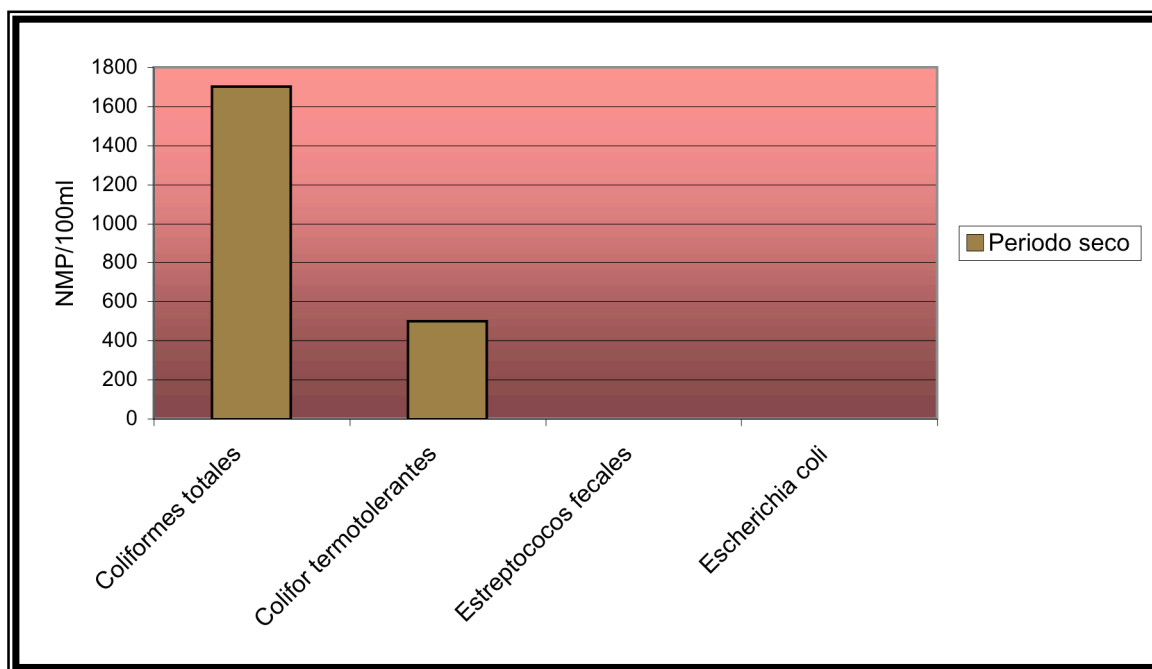


Gráfico No. 4.17 Concentración bacteriana en el Efluente de la planta de Pollo Real, C. Roque, 2002

Los bacilos coliformes son un indicador de contaminación, vienen de cultivarse de un excelente medio nutritivo, son útiles para destruir la materia orgánica en los procesos biológicos del tratamiento de las aguas residuales, por lo tanto es normal su presencia en el Efluente.

El Efluente de las Lagunas de Estabilización es vertido a la quebrada lo cual es un serio problema que no ha sido valorado por la gerencia del plantel de pollo y que para los pobladores de Colonia Roque, constituye una amenaza por la apariencia que muestra al mezclarse esta agua con otros desechos y estar retenida, añadiéndole la fetidez que despide, atemoriza los riesgos de una epidemia ante el desconocimiento del contenido de esas aguas.

4.6.7 Estudio Limnológico en Cuerpos de Aguas Superficiales

4.6.7.1 Fitoplancton

▪ Fitoplancton en la Laguna

Las muestras de Fitoplancton, fueron analizados en la época seca por el Departamento de Hidrobiología del CIRA/UNAN MANAGUA, los que identificaron en la Laguna veintidos especies pertenecientes a 5 grupos Fitoplanctónicos: División Cyanophyta con 3 especies la División Bacillariophyta con 6, Chlorophyta con 11 y Dinophyta y Euglenophyta con 1 especie cada una. En el muestreo de invierno los resultados obtenidos fueron en las mismas divisiones 33 especies, observándose una diversidad mayor en las Chlorophyta con 19 especies, presentadas en el Gráfico No. 4.18

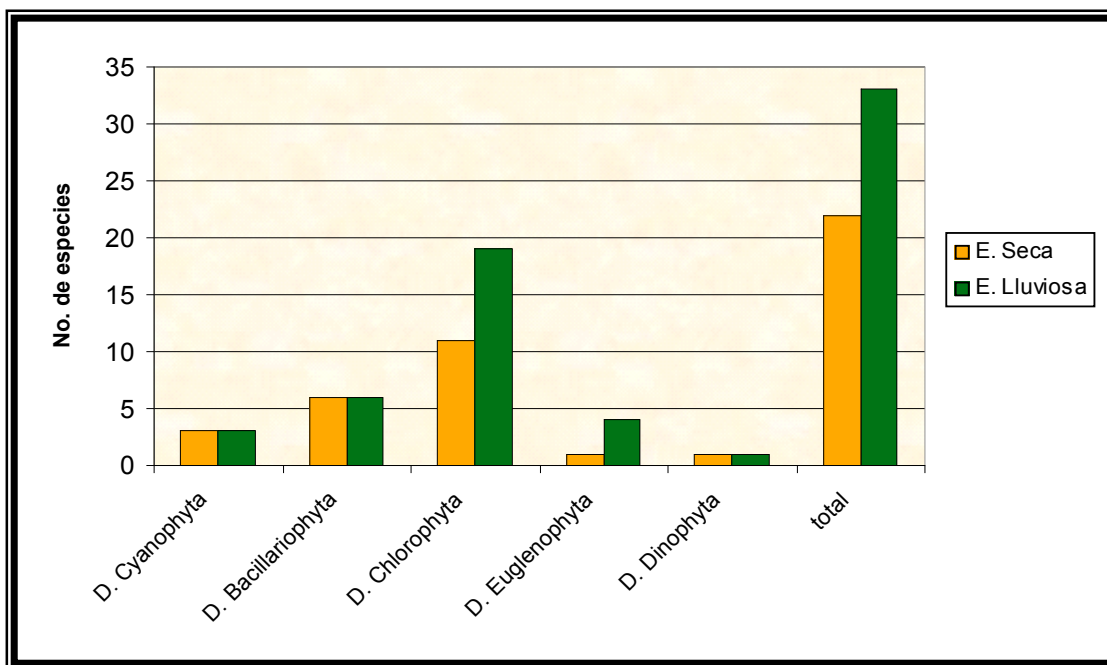


Gráfico No.4.18 Diversidad fitoplanctónica en la laguna, C. Roque, Abril 2002

La diversidad de especies fue mayor durante la época lluviosa, comportamiento que sugiere una mayor estabilidad en el ecosistema acuático, con mayor y mejor proporción nutricional y energética.

Lo anterior puede explicarse en función de la penetración de luz que al medirse con el disco de Secchi, en la época seca, la transparencia fue medida a 20 cm y en el segundo muestreo se alcanzó una profundidad de 40 cm, permitiendo que la radiación solar aportara mayor energía para la productividad del ecosistema acuático. Posiblemente en la época seca hubo mayor atenuación de la luz provocado por el mismo fitoplancton y sólidos suspendidos, disminuyendo la profundidad de la zona fótica.

▪ Fitoplancton en el Efluente

De acuerdo a los resultados que muestra la Gráfica No. 4.19, en el Efluente del plantel de pollo muestreado solamente en la época seca encontramos cuatro

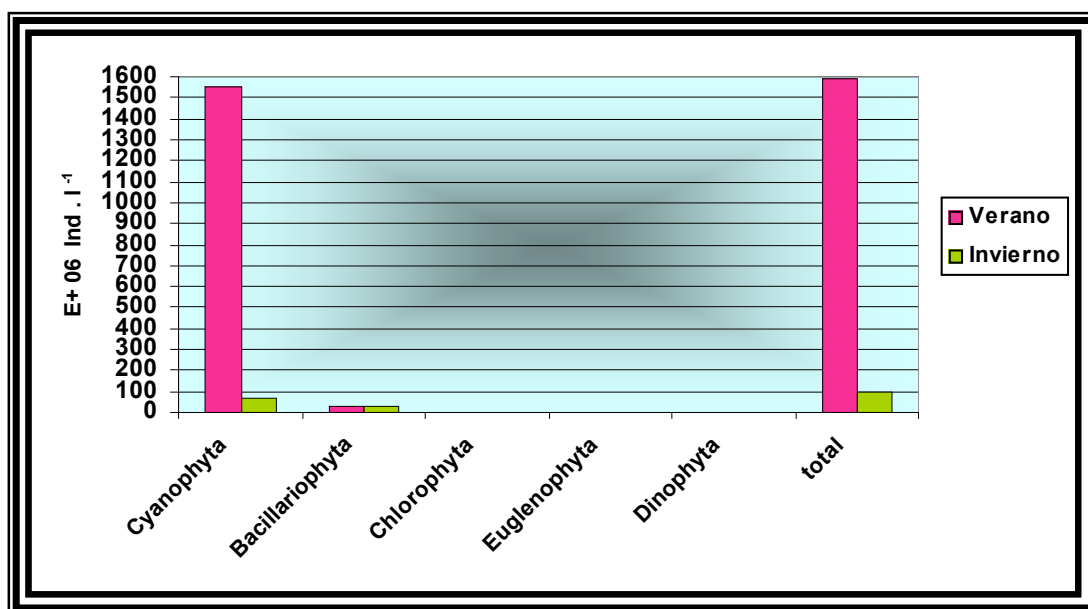


Gráfico No. 4.19 Densidad poblacional del Fitoplancton en El efluente de Pollo Real,

grupos Fitoplanctónicos: la División Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta y la División Bacillariophyta con un total de 10 especies, presentando mayor diversidad las Cyanophyta con 4 especies.

▪ **Análisis cuantitativo del fitoplancton de la Laguna**

En la densidad poblacional fitoplanctónica de la Laguna se observa el predominio del grupo Cyanophyta en el primer muestreo con la alta presencia de *Microcystis pseudofilamentosa* comprendiendo el 93 % de las especies identificadas, siguiéndole otra Cyanophyta *Spirulina laxissima* con el 4.56% y en tercer lugar la Bacillariophyta *Aulacoseira granulata* con 1.82%. Es importante indicar que *Microcystis* está identificada como una Cianobacteria tóxica, más aun en lugares de gran proliferación que puede llegar a afectar a organismos tanto acuáticos como terrestres, siendo significativo que esta laguna es utilizada como abrevadero para el ganado.

En la segunda campaña de muestreo no se observaron *Microcystis* ni *Spirulina* pero si es notoria la dominancia de *Merismopedia tenuissima* con el 66% de la densidad poblacional total, especie que en el primer muestreo obtuvo un 0.52%. (Ver Cuadro 4.21). El segundo lugar en el muestreo del período lluvioso lo tuvo la División Bacillariophyta con el 27% de los cuales *Cyclotella meneghiniana* se encontró con una presencia del 23% (Ind.l -¹).

Al comparar los resultados con estudios realizados en lagunas con ecosistemas productivos como la Laguna de Masaya, es notoria la presencia dominante de la

Cyanophyta: *Microcystis pseudofilamentosa* según: Chow N. y Vargas L. Es bien sabido que las Cyanophyta, son abundantes en el plancton, cuando aumenta la eutrofización.

La Laguna artificial pone en duda su nivel trófico por las características físico-químicas que se detectaron en las pruebas analíticas realizadas, aunque existe la posibilidad de darse estos resultados por haber mayor demanda de asimilación de nutrientes a mayor diversidad y número de especies.

Los resultados de la densidad poblacional sugieren que algunos factores ambientales de gran importancia interaccionan para regular el crecimiento del fitoplancton. En el caso de la Laguna en la época seca se observa, baja diversidad y mayor densidad fitoplanctónica, alto porcentaje de biomasa y bajo niveles de nutrientes nitrogenados y fosforados lo que puede deberse a la gran demanda y

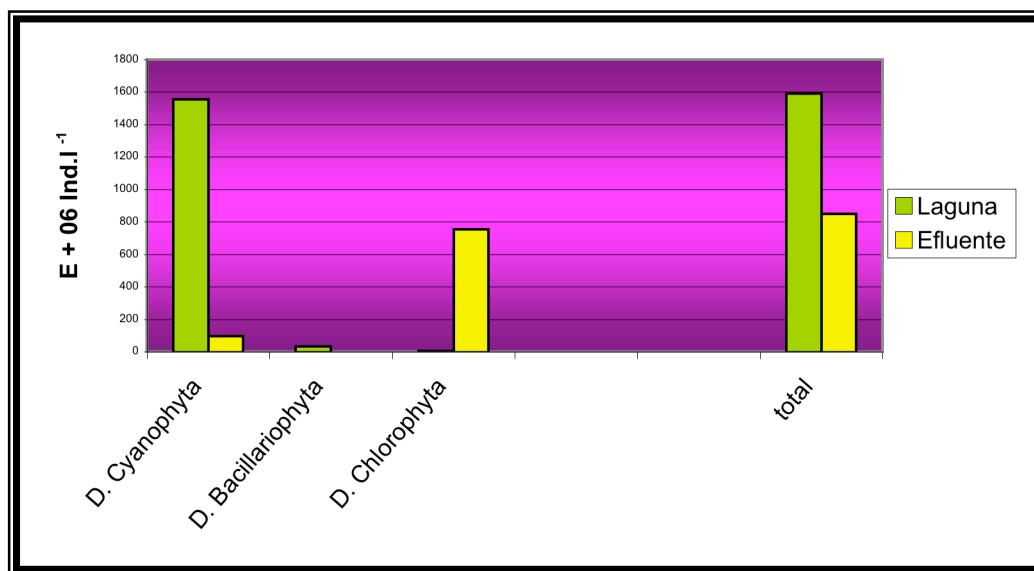


Gráfico No. 4.20 Densidad poblacional del Fitoplancton en la Laguna y el Efluente en la estación seca, Abril, 2002

asimilación realizada por el fitoplancton permitiéndonos diferenciar los resultados encontrados en los dos muestreos.

Los resultados del Efluente de las Lagunas de oxidación de pollo Real son de baja diversidad y de baja densidad poblacional. Se encontraron tres divisiones: Cyanophyta, Chlorophyta, y Bacillariophyta. La que se observó en mayor concentración fue la Chlorophyta, *Chlamydomonas sp* con el 88.6%, siguiéndole las Cyanophitas, *Spirulina sp* con el 7.5% y *Oscillatoria tenuis* con el 2.7% la muestra fue tomada antes de caer a la quebrada.

Al salir las aguas y caer el efluente a la quebrada cambian las condiciones ambientales pudiéndose percibir como una capa verde azul sobre la superficie de las aguas estancadas, de corriente muy lenta con exceso de nutrientes y que acumula en el fondo materia vegetal en descomposición. Los resultados encontrados demuestran el carácter hipereutrófico de las aguas del efluente.

Las plantas de la orilla de la quebrada donde descargan las aguas se han apoderado de éste hasta convertirlo en pantano. Los principales fuentes de nutrientes son las aguas residuales “tratadas” que originan el crecimiento masivo de algas y genera grandes cantidades de masas vegetales sobre las aguas. La eutrofización se ha producido de manera natural por el envejecimiento del agua estancada durante el verano, en el invierno esta circula desembocando en el Lago Xolotlán, entregándole su cuota de contaminación.

El exceso de nutrientes promueve que las bacterias anaerobias predominen provocando fetidez por la putrefacción debido a la producción del ácido sulfhídrico

(H₂S) y metano (CH₄) durante la descomposición de la materia orgánica, situación de gran preocupación por parte de los pobladores los que temen una epidemia.

- **Biomasa algal peso húmedo**

La biomasa fitoplanctónica de la Laguna en el muestreo de la época seca fue alto con un total de 65.192 (mg.l⁻¹) peso húmedo y 0.124.43 mg.l⁻¹ clorofila – a, el 76% le correspondió a la División Cyanophyta. En el muestreo del período lluvioso bajó la biomasa peso húmedo a 10.388 (mg.l⁻¹) y 0.037 mg.l⁻¹ clorofila – a, con 43% para la División Bacillariophyta y 42 % para la División Euglenophyta, bajando Cyanophyta al 0.3%.

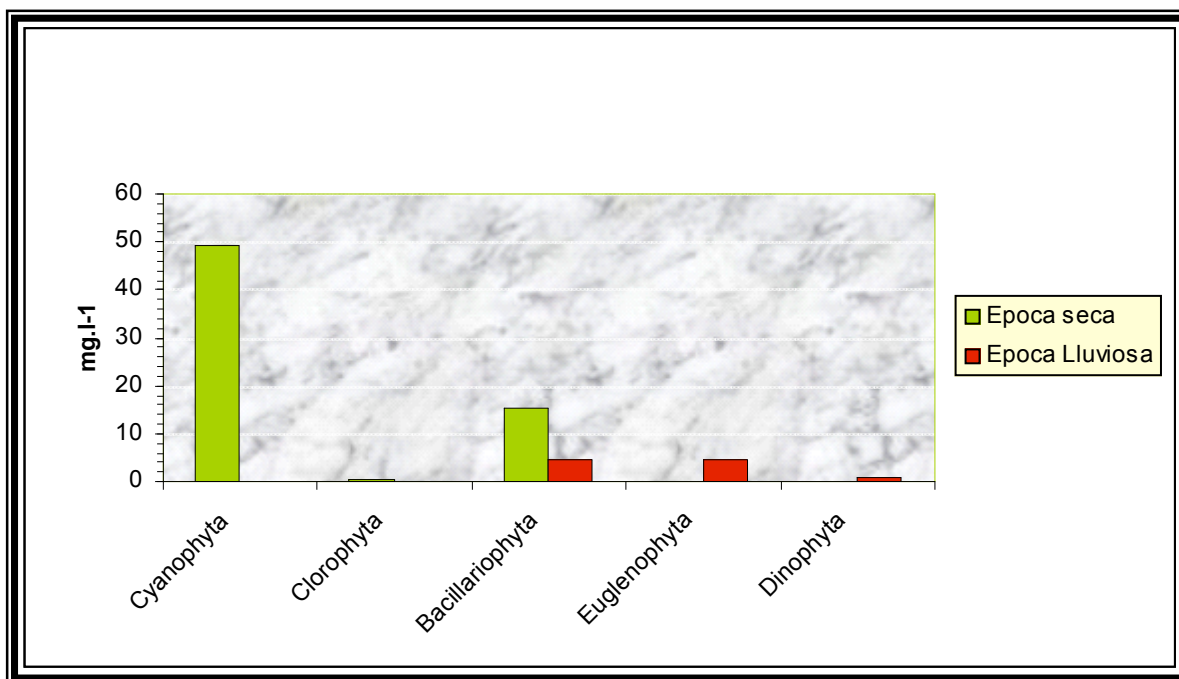


Gráfico No. 4.21 Biomasa Algal, peso húmedo (mg/l-¹)
Fuente: Muestras de aguas de la Laguna. Colonia Roque, 2002

En el caso del Efluente la Gráfica No. 4.21 muestra la producción primaria o la biomasa algal es mayor con 0.255 mg/l^{-1} en el período seco viniendo a corresponder a 0.5 a 2 % del peso seco algal. Conforme a los resultados de las mediciones físico químicas realizadas en el Efluente y los resultados del estudio del plancton nos sugiere pensar que estamos ante un cuerpo de agua eutrofizado, por la presencia de una serie de factores bióticos y abióticos que inciden como son: la gran cantidad de nutrientes que penetran, la proliferación de algas y la transparencia aproximada de 0. m. entre otros.

Durante la época seca la sobrecarga de nutrientes, genera el crecimiento acelerado de algas y cianobacterias, las que al morir y descomponerse por las bacterias aeróbicas provocan el agotamiento del oxígeno disuelto en la capa superficial de agua y causan la muerte de los diferentes tipos de organismos acuáticos que consumen oxígeno (zooplancton), razón por la cual se ve afectada la biodiversidad de la Laguna y del efluente.

4.6.7.2 Estudio del zooplancton

- **El Zooplancton en la laguna**

El estudio de la comunidad zooplanctónica en el ecosistema lacustre, nos indica la Gráfica 4.22, que está formada por los tres grandes grupos de animales del plancton: Rotíferos, Subclase Branchiopoda y subclase Copepoda.

Comparando el estudio cuantitativo del zooplancton en el período seco y lluvioso encontramos una significativa variación en la densidad poblacional en los grupos

taxonómicos identificados. El grupo de los Rotíferos son de presencia predominante en la época seca (97.4%) con amplio margen de diferencia ante los otros grupos Branchiopoda (0.18%) y Copepoda con (2.3%).

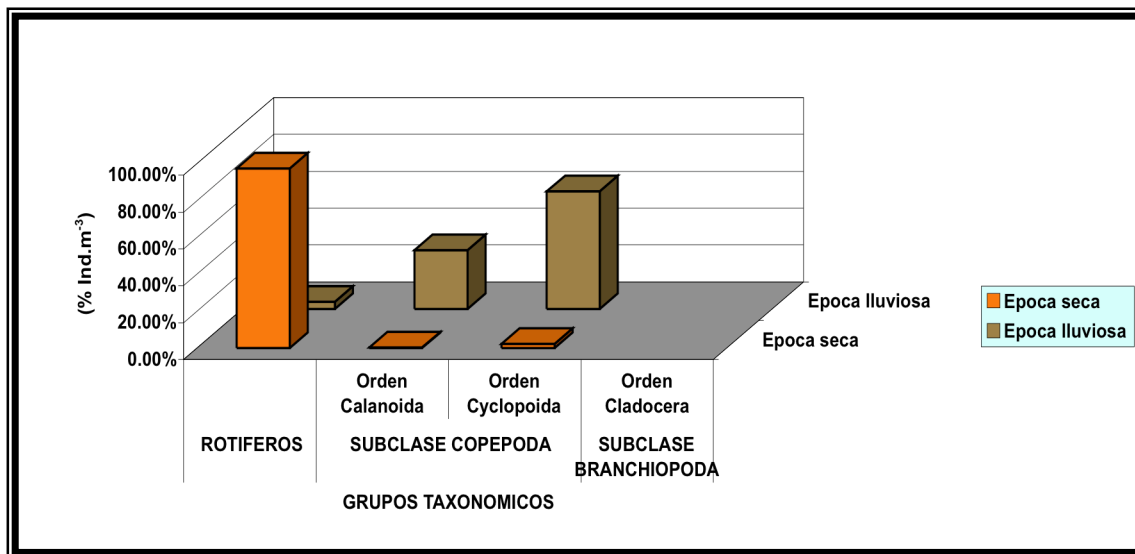
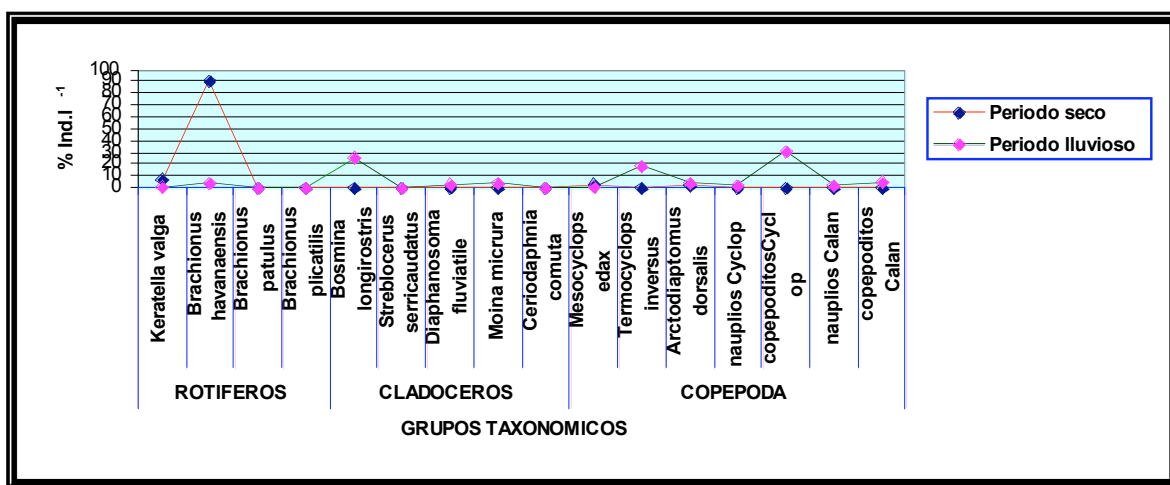


Gráfico No. 4.22 Densidad poblacional de Grupos taxonómicos del Zooplancton de la Laguna.

El estudio taxonómico realizado en el mes de Abril, período seco, indica la presencia de 9 especies de zooplancton entre los cuales dominó la presencia de *Brachionus havanaensis* con el 90% el que pertenece al grupo de los Rotíferos, le sigue en cantidad otro Rotífero *Keratella valga* con 6.65%, y el tercer lugar el Copepoda del orden Calanoida, *Arctodiaptomus dorsalis* con el 1.53%, el resto de especies identificadas están en cantidades reducidas (ver gráfica No. 4.23).



Gráfica No. 4.23 Presencia de organismos zooplanctónicos en la Laguna, C. Roque, 2002

En la segunda campaña de muestreo en el mes de Septiembre (época lluviosa) las poblaciones de Rotíferos bajaron significativamente al 4%, posiblemente se debe a que en este período del año haya variado la calidad y cantidad de alimento o falta, o bien la cantidad de depredadores haya aumentado.

Del resto de la comunidad zooplanctónica algunas desaparecieron por completo y otras elevaron su número en primer lugar de la subclase Copépodo, orden Cyclopoida, en estadio de copepodito el 31%, y del mismo orden *Termocyclops inversus* con 18.20% los que evidenciaron su dimorfismo sexual, y con el 26% de la Subclase Branchiopoda, orden Cladóceros, la especie *Bosmina longirostris*.

La presencia de Cladóceros en la Laguna es indicador de condiciones ambientales favorables, lo que se relaciona con la biodiversidad del plancton, indicandonos que durante la época lluviosa se logro mejorar la calidad del agua.

Por otro lado la alta presencia de Cyanophytas (98%) que de acuerdo a González A.

1988, *Microcystis* es un alga toxica, no sólo para el zooplancton sino también para el ganado y animales silvestres y las Cyanophytas filamentosas, que por su capacidad de enrollarse en los apéndices filtradores de diferentes especies del zooplancton quedan retenidas en el tracto digestivo siendo una limitante en el crecimiento poblacional de la comunidad zooplanctónica.

Los cambios físicos y químicos del ecosistema lagunar entre el período seco y lluvioso pueden ser la causa de la modificación en las comunidades del plancton favoreciendo o no especies comestibles al zooplancton, una posibilidad de la predominancia del grupo de los Rotíferos en la primera campaña de muestreo es que tienen mayor tolerancia a las condiciones ambientales adversas, sobre todo *Brachionus* que son indicadores de la calidad de agua en sistemas eutrofizados.

- **Zooplancton en el Efluente**

En el Efluente de pollo Real, se tomó muestra para el estudio cualitativo y cuantitativo del zooplancton durante la época seca no encontrándose presencia de organismos, estos resultados nos indican que hay alteraciones ecológicas supuestamente provocada por la alta eutrofización, la evidente falta de Oxígeno lo que se valora por la poca transparencia del agua, la proliferación de Cyanophytas, especialmente los géneros *Spirulina*, *Oscillatoria* y *Lyngbya*, algas filamentosas que pueden haber tenido un efecto letal en la comunidad del zooplancton, como también pudiera deberse a la presencia de un químico letal que no permite la vida de organismos zooplanctónicos.

▪ Estudio del Bento

En el análisis de sedimentos de la Laguna se identificaron y cuantificaron los organismos del Zoobentos de las tres taxas principales: Phylum Annelida, Nematoda y Arthropoda, presentados en el Gráfico No. 4.24

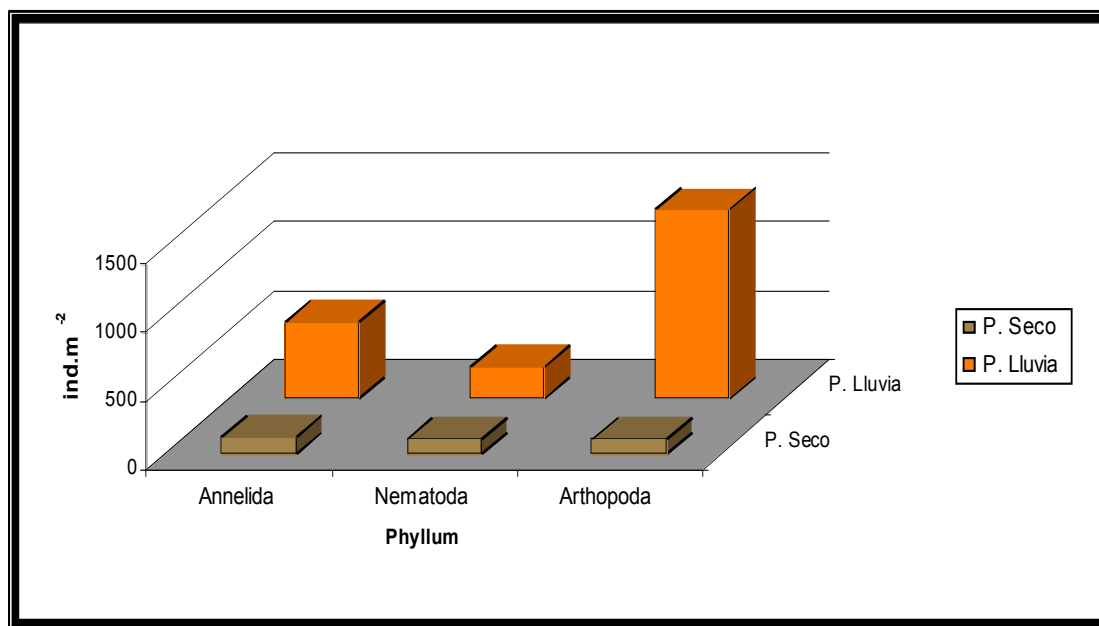


Gráfico No. 4.24 Diversidad poblacional de organismos del Bento en la Laguna, C. R., 2002

Comparando las dos campañas de muestreos se observó mayor número de organismos durante la época lluviosa destacándose los del Phylum Arthropoda, con mayor presencia del Orden Ephemeroptera con el 47%, especies que están ausentes en la época seca, posiblemente se deba a que en el período lluvioso hay mejores condiciones físicas y químicas, proporcionando un ambiente de mejor calidad por la mayor diversidad biológica y número de especies que se observaron, lo que tiene relación con los resultados del Fitoplancton y Zooplancton.

Los resultados del análisis del Zoobentos en el Efluente son similares a los obtenidos en el zooplancton, solamente *Nais sp.*, especie del Phylum Annelida, fue el único organismo acuático que resultó inocua a las condiciones adversas del efluente en la época seca, especie indicadora de aguas polutas.

En la segunda campaña de muestreo en el Efluente se observó mayor diversidad de organismos del Bentos, identificándose 3 especies, dos individuos de *Dero sp* del Phylum Annelida, Clase Oligochaeta y dos especies del Phylum Arthropoda, Clase Insecta, Orden Diptera uno de la familia Ceratopogonidae y otro de la familia Leptophlebiidae, *Traverella sp.* Todas especies frecuentemente encontradas en cuerpos de agua altamente contaminados.

4.7 FLORA Y FAUNA DE LA MICROCUENCA

4.7.1 FLORA DE LA MICROCUENCA

El área de estudio ha venido presentando desde hace cierto tiempo alteraciones en su diversidad vegetal, con grandes zonas deforestadas, por el avance de la frontera agrícola, provocando cambios en el uso de la tierra, quemadas anuales para preparación de áreas de cultivos, el incremento de las actividades agropecuarias, amplias zonas erosionadas, cacería y la introducción de plantas exóticas. Todo lo anterior ha provocado la degradación del ecosistema, y por ende la desaparición de especies de plantas, animales, microorganismos y de material genético.

Para un mejor análisis y determinación de la vegetación, se realizaron giras de campo en donde se seleccionaron los sitios más representativos del área de estudio.

4.7.1.1 Vegetación de parte alta de la microcuenca

La parte alta se encuentra sin cobertura vegetal natural a excepción de algunos pequeños parches de especies matorralosas, esta alteración fue producto del uso intensivo agrícola de la década de los cincuenta, con el cultivo del algodón y en la década de los ochenta con el cultivo de la caña de azúcar (...), en esa misma época se sembraron plantíos de eucaliptos (*Eucalyptus camandulensis*) utilizados como combustible de las calderas del Ingenio TIMAL o Victoria de Julio.

Desde hace cierto tiempo se viene provocando la toma de tierras en este sector, agudizando la deforestación y provocando conflictos de propiedad.

Se observaron bastantes plantas muy jóvenes de eucalipto en regeneración, los que son utilizados por los pobladores y nuevos habitantes para postes y leña, reduciendo estas plantaciones, las quemadas, y/o cortes, son muy frecuentes.

- **Los Laureles**

Única comunidad de la parte alta de la microcuenca, presenta bastante afectación en sus suelos con erosión y sedimentación que se manifestó más, como resultado del Huracán Mitch. Está rodeada de restos de plantíos de caña, propiedad del Ingenio Victoria de Julio o TIMAL, se encuentran algunas fincas privadas con cultivos anuales o permanentes como suelos ocupados por pastizales en las que predomina el zacate de jaragua.

El nivel de deterioro de la vegetación hace su excepción en el interior de la comunidad, ante la presencia de especies frutales y algunas maderables aisladas o dispersas. (Anexo No. 15a)

- **Vegetación del sector de la Laguna**

Este cuerpo de agua artificial está ubicado al Nor-Este de Colonia Roque, presentando en sus alrededores vegetación arbustiva joven, propia de bosques matorralizos, esta área se encuentra rodeada de plantaciones de caña de azúcar y eucalipto. (Anexo No. 15a)

4.7.1.2 Región Media de la microcuenca

- **Colonia Roque**

En la comunidad de estudio, encontramos especies de árboles frutales y cercas vivas para delimitar propiedades. (Anexo No. 15a)

- **Chilamatillo**

En el caserío se puede apreciar la existencia de árboles frutales y árboles de sombra. La mayor parte de estos árboles han sido plantados por los pobladores y algunos más viejos son reductos del bosque seco que ya desapareció entre los que se observan: Espino negro (*Pithecollobium*), Chilamate (*Ficus ovalis*), Talalate (*Gyrocarpus americanus*), Quebracho Ojoche (*Tabebuia ssp*) Mango (*Mangifera indica*). En las fincas cercanas siembran maíz, frijol, sorgo y hortalizas.

4.7.1.3 Sector Oeste o parte baja de la microcuenca

En este sector se logran observar por un lado especies arbóreas de grandes dimensiones, fragmentos desprovistos de vegetación, algunos sectores con aptitud forestal, ha desaparecido el bosque producto de las quemas, y/o cortes de árboles para leña alterando la cobertura vegetal natural, en parte reemplazadas por cultivos de sorgo y otras por pastizales, hortalizas y frutales. Entre las especies naturales o reductos del bosque observadas se pueden mencionar se mencionan en el Anexo No. 15a.

También se encuentran pequeñas fincas de forma aislada donde la vegetación esta muy alterada algunos árboles observados son usados generalmente como cercas vivas o para sombra; en este sector encontramos algunas zonas bajas inundadas que pasan todo el invierno cubiertas de agua utilizando sus dueños estas tierras hasta que pasa el invierno para sembrar en ellas hortalizas como chiltomas, tomates y algunas cucurbitáceas.

En las proximidades del Lago Xolotlán, encontramos unos pocos árboles hay predominio de bosque matorralizo abundando el cachito o cornizuelo, aramo, tigüilote, jícara sabanero, guácimo de ternera y una especie arbustiva mediana de guanacaste. En las orillas del Lago Xolotlán está cultivada de hortalizas y cucurbitáceas como: melón, sandía, pipián y ayote entre otros.

- **San Benito Agrícola**

Ubicado entre el Empalme San Benito y el Lago Xolotlán, se divide en dos sectores en un pequeño caserío y en pequeñas fincas sembradas de frutales y hortalizas, con muy poca vegetación natural, la mayor parte de árboles y arbustos se encuentran en cercas vivas.

- **El Empalme de San Benito**

Ubicado a la orilla de la carretera panamericana, en un lugar estratégico de Nicaragua, sirviendo de enlace con el norte, sur, centro del país y la Costa Caribe. Su vegetación es escasa predominan algunas especies dispersas de: Roble sabanero (*Tabebuia rosea*), tigüilote (*Cordia dentata*), jícara (*Crescentia alata*), especies de Eucalipto (*Eucaliptus camaldulensis*) y plantas ornamentales.

Los incendios forestales son un gran problema principalmente en los meses de Abril y Mayo debido a la cultura de la población de quemar antes de la época de siembra. La intervención antropogénica ha provocado cambios sustanciales en la estructura florística del sector con una alteración total, que eliminó completamente el bosque en el sector Este y al Oeste lleva un proceso de transformación gradual¹.

4.7.2 Fauna Silvestre de la microcuenca

De acuerdo a resultados de talleres participativos y recorrido por la microcuenca, la fauna silvestre del área de estudio está seriamente alterada, por la fragilidad a que se ha sometido el ecosistema de la región, afectado por las diversas actividades antropogénicas, destruyendo el hábitat de la fauna silvestre, desde la década de los cincuenta, deforestación, quemas, siembra de pasto para el ganado, caza indiscriminada entre otros. Según manifestaron ... *“antes había una montaña con cantidad de árboles frondosos y muchos animales, en ese sector ahora lo que más abunda son pastizales”...*

La fauna del sector no ha tenido ningún manejo y la población campesina las han utilizado como fuente de alimentación, alterando y modificando los refugios, hábitat o lugares de anidación de las especies faunísticas.

Se pudo constatar que el mayor número de especies faunísticas se encuentran en la parte baja de la microcuenca, área con reductos de bosques y sector aledaño al lago Xolotlán.

¹ confirmada en recorridos por la microcuenca

En Anexo No.15b se presentan listado de las principales especies de fauna silvestre que todavía se logran observar en la microcuenca en estudio.

No se lograron identificar especies en cantidades como para comercializarlas, ni especies que estén siendo utilizadas para la actividad deportiva o de caza. La pesca en las orillas del lago Xolotlán es utilizada para alimentación, venta local y venta a la capital. En la laguna se informó que se pescan mojarras y camarones de ríos para consumo familiar.

4.8 VALIDACIÓN DEL MANUAL DE PROYECTOS DE AGUA

4.8.1 Proceso de Validación del Manual

El Manual de campo para proyectos de agua “Trabajando Juntos” de la Red CARA, muestra una importancia fundamental en el involucramiento de la participación comunitaria en los nuevos Proyectos de agua, respondiendo a los criterios de funcionalidad, facilidad en su comprensión y adaptabilidad a las características de las poblaciones rurales objetivo a las que se dirige.

El proceso de validación se realizó en dos etapas. En la primera, participaron 12 personas actores sociales y líderes comunales del Municipio de Tipitapa además de autores y del equipo técnico. En un segundo momento, se aplicó en los talleres comunitarios con los líderes y comunitarios en general.

La aplicación de diversas estrategias metodológicas del Manual permitió realizar las siguientes valoraciones:

- Se efectuaron correcciones al texto de diferentes dinámicas, las que se enviaron de inmediato para su integración al documento original.
- Con el apoyo del Manual se realizaron 8 talleres con líderes comunitarios, utilizando dinámicas, algunas fueron adaptadas a la situación de la comunidad.
- El contacto inicial en parte práctico, y en parte modificado, de acuerdo a sugerencia, porque un conocedor de la comunidad y de la confianza de los pobladores es el que debe abrir la puerta de entrada a la comunidad, por lo tanto se estima incorporar las dinámicas aplicadas en esta experiencia participativa de lo contrario, se encontraría con resistencia o desconfianza de

los pobladores. La experiencia fue llegar a la comunidad acompañada de un promotor comunal de la Alcaldía de Tipitapa.

- El Manual se valora como una guía para el facilitador, diseñado y producido pensando en la motivación de la participación de l@s comunitarios con problemas de abastecimiento de agua potable, con el fin de apoyar los talleres de capacitación, se aplicaron las dinámicas, estimulando a la reflexión de sus problemas, vivencias, conocimientos, habilidades y actitudes permitiendo así la construcción de un diagnóstico participativo. (ver metodología y anexos).
- Esta experiencia nos sugiere que las diversas dinámicas presentadas en el Manual son aplicables a diferentes tipos de proyectos de Desarrollo participativo no necesariamente proyectos de agua. Principal utilidad del Manual “referencia” para todo tipo de proyecto, sugiriendo adaptar las dinámicas de acuerdo a las características de la comunidad en estudio.
- En el desarrollo de cada uno de los temas del Manual se ha empleado un lenguaje sencillo, comprensible y claro, buscando una comprensión y asimilación rápida y eficaz por parte de los potenciales usuarios
- Se justifica importancia del estudio a nivel de cuenca con participación comunitaria para ser incluido en el Manual, de esta forma se amplía el número de usuarios del Manual, en caso contrario, se tendrían que realizar cambios, de acuerdo a la última versión.
- Se sugiere que las ilustraciones del Manual estén de acuerdo a la realidad rural centroamericana.
- El tamaño del Manual debe ser reducido para hacerlo más manejable.
- Se debe corregir más al detalle el idioma español, revisando el texto y el sentido, no pensar en lo que quiere decir, sino que lo diga: se pasaron sugerencias concretas en este aspecto.
- Se realizó recorrido por la microcuenca para conocer el medio ambiente que se desea mejorar, no lo orienta el Manual.

- Se realiza Identificación de Flora y Fauna a fin de conocer parte de la biodiversidad de la zona de estudio.
- Se realizó video-foro, de experiencias de proyectos de agua con participación comunitaria. No lo orienta el Manual.
- El Manual para Proyectos de agua es un gran apoyo porque estimula la creatividad del facilitador.

RESULTADOS

Se comprobó la validez del Manual, como una guía de trabajo que trata, de una manera sencilla, sensibilizadora y novedosa, al aprovecharla en la capacitación de líderes, actores y comunitarios, pudiendo interactuar de manera eficaz y atrayente a través de sus instrucciones, permitiendo a los comunitarios brindar aportes a través de la aplicación de diversas estrategias y metodologías participativas, en una comunidad con problemas de abastecimiento de agua, se considerándola así como una herramienta muy valioso

Permitió obtener de manera exitosa una información necesaria y vital para los propósitos de la presente investigación. Se estima, que el Manual de proyectos de agua contiene un potencial muy valioso, material asequible, provechoso y asimilable por la facilidad de aprender a manejarlo. Sugiriendo modificaciones no esenciales.

Por otra parte, los autores y/o equipo técnico incorporaron las sugerencias y recomendaciones que se fueron recogiendo durante estas etapas de validación, hasta lograr la edición final del Manual de Campo, entregando una herramienta validada.

V PLAN DE ACCION PARTICIPATIVO COMUNIDAD COLONIA ROQUE, MUNICIPIO DE TIPITAPA

5.1 Proceso de Elaboración del Diagnóstico

Para la confección del Plan de acción fue imprescindible la elaboración de un **Diagnóstico de la comunidad de Colonia Roque** y la microcuenca donde esta ubicada. En la fase preliminar se realizaron consultas bibliográficas, consultas documentales, así como el contacto con personal de instituciones especialmente relacionadas con el agua, salud, educación y Alcaldía de Tipitapa.

En una primera fase se realizan entrevistas con autoridades municipales y líderes comunitarios, se efectúa un reconocimiento del terreno donde es posible llevar a cabo el trabajo de investigación y a partir de la aplicación de criterios de selección se elige la Comunidad de Colonia Roque, se traza la microcuenca de estudio, se identifican las comunidades que pertenecen a la microcuenca y se procede a dar inicio a la elaboración del diagnóstico.

Para la realización del diagnóstico fue necesario llevar a cabo ocho talleres, los que se realizaron aplicando la metodología de Investigación participativa – acción - reflexión - acción, utilizando las técnicas participativas y/o dinámicas sugeridas por el **Manual para proyectos de agua (CARA)**. Los pobladores de la comunidad dieron a conocer los diferentes factores que influyen en su subsistencia y las posibles opciones de desarrollo en busca de una mejor calidad de vida. Para la obtención de esta información también fue indispensable realizar entrevistas colectivas a líderes comunitarios, encuestas a pobladores y entrevistas a actores sociales del municipio de Tipitapa.

La información generada en la parte socioeconómica cultural del diagnóstico dio a conocer los problemas prioritarios para la comunidad como es un suministro no adecuado de agua potable, problemas de salud agudizados por la situación de insalubridad en la comunidad relacionada con la falta de agua, desempleo masivo, alto índice de analfabetismo, mal manejo de la basura, aguas residuales, deforestación, erosión de los suelos, su histórica falta de apoyo gubernamental o no gubernamental y falta de capacitación de sus líderes en la gestión de proyectos de desarrollo.

La investigación de las características biofísicas, ambientales y de calidad de agua de la microcuenca, generó información geológica, hidrológica, uso de suelos, e información hidrogeológica que ayudaron a interpretar la problemática del agua a través de estudios puntuales y generales. Se contó con el apoyo de guías comunitarios los que fueron un gran apoyo en el levantamiento de la información.

A través de la aplicación de diferentes herramientas diagnósticas se organizó y analizó la información con los líderes comunitarios y los promotores municipales, para ubicar la problemática ambiental y el impacto en la población así como a la búsqueda de alternativas para tratar los problemas priorizados por los comunitarios lo que facilitó obtener información y poder organizar la planificación apropiada, identificando los principales problemas ambientales, posibles zonas de monitoreo para los estudios de calidad y cantidad del agua.

Los resultados del diagnóstico fueron analizados y concentrados en un **Plan de Acción** donde la participación de la comunidad fue considerada como un elemento indispensable para la planificación, con la comunidad, se formularon los

objetivos y se elaboró el trayecto a seguir, organizando las acciones necesarias para atenuar los problemas detectados. Es importante señalar que todos los participantes lo entienden y están de acuerdo con su contenido.

5.2 Importancia del Plan de acción

La importancia del Plan de acción radica en que l@s comunitari@s conocen los componentes que le permitirán tomar decisiones para un mayor desarrollo y especialmente puedan llegar a lograr con enfoque de género y educación, un proyecto de abastecimiento de agua potable para la Comunidad, a fin de tener en un futuro la capacidad de resolver sus propios problemas y no esperen que todos sus problemas serán resueltos desde afuera, ya que son ellos, los que conocen sus prioridades, los recursos con que cuenta la comunidad, los mecanismos de gestión y las instituciones y/o los actores sociales donde deben recurrir para la gestión de sus demandas.

El Plan de Acción comunitario, orienta los lineamientos estratégicos que habrán de regir a la comunidad, líderes y actores sociales, si se da la presencia organizada y activa de los usuarios del agua y de grupos diversos de la sociedad en las tareas de gestión integral del recurso agua, para obtener el desarrollo de la infraestructura hidráulica y la preservación de la microcuenca, a través de la gestión de sus líderes y la decidida participación comunitaria formando grupos organizados y responsables con la motivación necesaria para cambiar su situación socio-económica y ambiental.

La comunidad de Colonia Roque, se propone el presente Plan de Acción, el cual será articulado, coordinado y supervisado por la Alcaldía municipal de Tipitapa,

conjuntamente con la Escuela de Biología de La UNAN Managua en la gestión educativa ambiental, ENACAL, MINSA; MARENA, MAGFOR, INTA, INAFOR y LAS ONG`s con presencia en o no en el Municipio de Tipitapa entre otros actores sociales que acepten la demanda comunal de insertarse y ser forjador de esta visión de futuro.

5.3 Visión de futuro

Una comunidad organizada, con un mejor sistema de agua potable, saludable y capaz de impulsar un proceso integral de desarrollo sustentable y sostenible con participación activa de sus pobladores y amplio apoyo Interinstitucional, con líderes capacitados en la autogestión, competentes para planificar y manejar actividades de desarrollo que contribuyan al mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales a fin de lograr una mejor calidad de vida de sus pobladores.

5.4 Objetivo general

Implementar un modelo participativo de manejo integral de cuenca, como propuesta alternativa a la solución de la problemática de agua, proporcionando a la población de Colonia Roque una herramienta básica para la planificación y desarrollo de la comunidad, considerando puntos de vista económico, social y ambiental, con enfoque de género y educación teniendo como principal eje un mejor servicio de agua potable.

Objetivos Estratégicos No. 1

Promover la formación del Comité de desarrollo comunitario y/o de la microcuenca impulsando la capacitación de los actores sociales y líderes comunitarios, que dirigirán la formación de comisiones y ejecución de proyectos estratégicos, que funcionarán como detonadores de desarrollo comunitario, contribuyendo en las soluciones de los problemas identificados por la comunidad y promoviendo el desarrollo económico, social, ambiental y humano de la población que habita en la microcuenca.

- **Objetivos Estratégicos No. 2**

Involucrar a los beneficiarios, en la ejecución del Plan de Acción con una visión futurista de alcanzar un nuevo camino para la resolución de sus problemas y necesidades, comprometiéndose a aportar mano de obra y/o materiales de la región para la ejecución del proyecto de agua potable, la protección de los recursos naturales, priorizando la recuperación del bosque, restitución de suelos, disminución del uso de agroquímicos y control de fuentes contaminantes.

- **Objetivos Estratégicos No. 3**

Fomentar la concurrencia de acciones y recursos a través del Plan de Acción ubicando a la Alcaldía Municipal, como garante principal y al Comité Auxiliar como contraparte, apoyados con dependencias estatales, Sociedad civil organizada, sector privado, ONG`s e instituciones académicas, que de manera coordinada permitan potenciar los resultados, garantizando la no duplicidad de acciones, así como la supervisión y vigilancia de los colaboradores del proceso de ejecución de los proyectos.

- **Objetivos Estratégicos No. 4**

Conservar e incrementar la productividad de los recursos naturales, agua, suelo, bosque y fauna silvestre, mejorando sus potencialidades, sus valores esenciales, aprovechándolos sin alterar sus ciclos naturales, de forma de evitar su destrucción y contribuyan en la protección de la fuente de agua, a través de la formación de Comités, que se encarguen de la gestión, seguimiento y mantenimiento de las obras y/o acciones, tratando de alcanzar un desarrollo integral sustentable y sostenible de la comunidad de Colonia Roque y de la microcuenca.

5.5 Estrategia de implementación del Plan de Acción participativo de la comunidad de Colonia Roque, municipio de Tipitapa.

El Plan de Acción es un instrumento técnico de referencia, que demanda de altos niveles organizativos y propone la realización de: Una Comisión de desarrollo comunitario y de la microcuenca (Comité de Cuenca) para ponerlo en marcha. Esta debe ser integrada por líderes comunales, actores sociales, instituciones estatales, que trabajan en la zona, organismos no gubernamentales, de apoyo internacional y Universidades, a fin de que se inserten de acuerdo a sus perfiles, en la problemática de la comunidad y contribuyan en la gestión, coordinación y organización del trabajo que demanda el Plan.

Para la ejecución del Plan de Acción se requiere lograr la inserción de la comunidad organizada en diferentes comités, teniendo a los grupos de liderazgo al frente para la toma de decisiones en jornadas comunales, por el desarrollo de la comunidad con la prioridad de resolver el problema del agua. Se recomienda también integrar para algunas tareas a líderes comunitarios de comunidades circunvecinas de la microcuenca, en la búsqueda de alternativas de solución a problemas comunes.

5.6 Evaluación, Control y Seguimiento del Plan de Acción

El control y seguimiento nos permite medir los niveles de avances, el logro de los objetivos, metas y acciones estratégicas del plan de acción. Hay 3 tipos de indicadores: cantidad, calidad y tiempo, los cuales son muy importantes en la fase de evaluación y será responsabilidad estricta del Comité de desarrollo comunitario y/o de Cuencas, el que debe de mantener una estrecha coordinación entre los diferentes grupos organizados. Se recomienda realizar evaluaciones parciales trimestrales y anuales, según convenga en cada comité.

A partir de estos análisis comparativos podemos identificar los vacíos, brechas y desviaciones que demandan de la pronta intervención de los integrantes de los diferentes comités especialmente del coordinador general o Comité de cuencas, con el fin de corregir deficiencias, remediar situaciones o bien reorientar actividades no previstas para subsanar situaciones no abordadas en el primer momento de Planificación o bien estar atentos a situaciones de fenómenos naturales, para prevenir conflictos ante desastres.

La identificación oportuna de estos errores reduce los niveles de incertidumbre, garantizando así resultados más eficientes.

5.7 Medios de verificación

Son las fuentes de información con los que se comprobará el cumplimiento de la operacionalización del Plan, de acuerdo a lo que se ha planificado y/o programado, estableciendo ajustes y las medidas correctivas pertinentes, para el alcance de las metas propuestas.

La información necesaria para verificar los indicadores debe ser recolectada, procesada y estar disponible permanentemente.

Los medios deben ser Informes de los diferentes comités y el control del Cuadro No. 5.1, el que es responsabilidad única del Comité de desarrollo comunitario y/o de cuencas.

Del buen manejo de la microcuenca dependerá la protección de las fuentes de agua y el desarrollo humano progresivo de la comunidad.

Cuadro No. 5.1 Matriz de Plan de Acción

MATRIZ DE PLAN DE ACCION							
Componente No. 1 Organización y gestion comunitaria							
Objetivo Estratégico 1: Sensibilizar a la población sobre el buen uso y manejo del agua potable y mejorar la calidad de agua y vida de la Comunidad de Colonia Roque.							
PROBLEMA	OBJETIVOS	META	ACCIONES ESTRATEGICAS	INDICADOR	RECURSOS	SECTOR SOCIAL E INSTIT.PARTIC	PLAZO/PERIODO
Ausencia de capacitación en gestión y gerencia de proyectos	Promover iniciativas que fortalezcan los niveles locales de gestion en busca de un desarrollo que impacte en el nivel de vida de los comunitarios.	Actores sociales involucrados en la ejecución del plan.	Dar a conocer el Plan de acción comunitario y demandar inserción y compromiso de Actores Sociales y comunitarios. * Formación del comité para el desarrollo de la comunidad. Promover acciones de coordinación para el desarrollo de la comunidad C.R. Establecer alianzas estratégicas con Organismos Gubernamentales, No Gubernamentales y Universidades para consensuar apoyo en recursos materiales y humanos que posibiliten planes de capacitaciones, consejería y desarrollo socio económico y ambiental. * Formalizar enlace entre el comité auxiliar, Alcaldía, ONGs, Instituciones Gubernamentales a fin de dar a conocer el Plan de acción comunitario y demandar su inserción y compromiso.	No. de actores sociales involucrados.	Escuela, Materiales Impresos, Manuales, Rotafolios	Líderes comunales ENACAL, MINSA, MARENA, MAGFOR, ALCALDÍA, ONG's y UNIVERSIDADES	Corto, Mediano y Largo Plazo
		100% de Líderes capacitados	Realizar capacitaciones a líderes sobre las responsabilidades en la toma de decisiones, resolución de conflictos, trabajo conjunto y adquisición de compromisos entre líderes comunales y grupo de apoyo.	Nivel de Desarrollo del Plan. Líderes capacitados	Proyector, Pantalla, Auditorio, Refrigerio		
	Brindar acceso a la participación de la mujer en la gestión comunitaria.	Organización de líderes con equidad de género	Impulsar la organización del grupo de mujeres por el progreso de Colonia Roque.	Grupo de mujeres organizadas	Manuales, Rotafolios, Material Didactico	Colectiva de Mujeres María Elena Cuadra.	Corto Plazo
	Capacitar a los miembros de los grupos de apoyo comunitario en la diferentes areas de trabajo.	Grupos de apoyo capacitados para su labor particular.	* Realizar reuniones periódicas para abordar el desarrollo del Plan de Acción, cumplimiento de tareas, seguimiento de actividades y evaluaciones. Promover campaña estratégica de participación para el desarrollo de la comunidad	No. de Talleres recibidos	Manuales, Rotafolios, Material Didactico, Escuelas.	Líderes comunales ENACAL, MINSA, MARENA, MAGFOR, ALCALDÍA, UNIVERSIDAD	Corto, Mediano y Largo Plazo

Estudio de la microcuenca y Plan de Acción Participativo para potenciar la disponibilidad y calidad de agua en la comunidad de Colonia Roque, municipio de Tipitapa. Departamento de Managua.

MATRIZ DE PLAN DE ACCION							
Componente No. 2 Uso y Manejo del Agua Potable							
Objetivo Estratégico 1: Sensibilizar a la población sobre el buen uso y manejo del agua potable y mejorar la calidad de agua y vida de la Comunidad de Colonia Roque.							
PROBLEMA	OBJETIVOS ESTRATEGICOS	META	ACCIONES ESTRATEGICAS	INDICADOR	RECURSOS	SECTOR SOCIAL E INSTIT.PARTIC	PLAZO/PERIODO
Limitado abastecimiento de agua potable.	Promover la organización de CAP's.	Comité organizado	Conformar el Comité de agua y saneamiento de la comunidad de Colonia Roque. Gestionar con ENACAL la formulación de aspectos legales en la constitución del CAP'S.	Formación del CAPS.	Pobladores Personal capacitado	Comité ENACAL Miembros del CAP's ENACAL, líderes comunales	Corto Plazo
	Capacitar a los miembros de CAP's sobre los compromisos adquiridos.	Lograr que el Comité de Agua cuente con Personal capacitado	Capacitar técnica y administrativamente a los miembros del CAP's sobre el monitoreo y mantenimiento en el nuevo sistema de agua. * Entrenar en el funcionamiento, dosificación en el sistemas de desinfección/ cloració	Talleres de capacitación realizados en nuevas tecnologías.	Personal de ENACAL Gestionar insumos de desinfección Resultado de Encuesta DAP	ENACAL, Alcaldía CAP's y líderes comunitarios.	Corto Plazo
	* Incentivar un cambio de comportamiento y el compromiso de protección a las fuentes de agua.	Proteger la fuente de agua	Realizar campaña de protección a la fuente de agua. Empezar talleres de capacitación sobre protección de la fuente de agua. * Organizar comunidad alrededor de programa de protección a la fuente de agua. * Mejorar la cerca del predio donde se encuentra el pozo.	Realizar dos Talleres a comunitarios sobre: Protección de la fuente de agua. Realizar una jornada al mes de trabajo comunitario	Plan de acción Mano de obra local Herramientas locales	ENACAL, CAP's y líderes comunitarios, UNAN y Alcaldía.	Corto Plazo
	Mejorar la calidad del servicio de agua y promover la participación comunitaria en la solución de su problema de agua potable	Tener un buen servicio de agua potable	Tener agua limpia y salubre. Gestionar financiamiento para la construcción de un nuevo sistema de agua potable. Firma de convenio entre la comunidad, organismos donantes y ENACAL. Apoyar al equipo de técnicos e Ingenieros en la ubicación y diseño del nuevo sistema de agua potable tomando en cuenta la opinión de las mujeres de Colonia Roque. Contribuir a la construcción del nuevo pozo bajo la asesoría técnica de los expertos.	Establecer convenio con ENACAL y organizaciones que se orienten. Convenio firmado. Nuevo Pozo. Talleres de educación ambiental en la población	Plan de acción Mano de obra local Herramientas locales Estudio de microcuenca Manual Trabajando Juntos Materiales para la construcción del pozo Escuela Predio de la fuente de agua.	ENACAL, CAP's y líderes comunitarios, UNAN y Alcaldía. ENACAL, MINSA, MARENA, MAGFOR, ALCALDÍA, UNIVERSIDAD, CAP's y Líderes Comunitarios.	Corto Plazo Corto Plazo
	Capacitar y sensibilizar a la población	Lograr alta sensibilidad acerca de la relación higiene y salud.	Implementar talleres de capacitación en uso y manejo del agua. Establecer una campaña permanente de Educación ambiental con la población de Colonia Roque. Realizar Talleres con estudiantes de la escuela Alfredo Roque.	Participación activa en los talleres	Escuela, personal capacitado, Manual Trabajando Juntos	MINSA Universidad Comité auxiliar CAP'S, ENACAL	Corto y Mediano Plazo
	Diseñar campaña sobre el uso adecuado y eficiente del agua en la escuela, en las casas en los cultivos de riego entre otros.	Un 80% de los comunitarios hacen uso adecuado y eficiente del agua	Ejecutar plan de capacitación sobre como mejorar el uso y manejo del agua: TEMAS § Cuidar la calidad y cantidad del agua, sus ventajas para tenerla siempre y evitar enfermedades. § Creación de hábitos que permitan racionalizar el consumo, evitar el desperdicio y disminuir la contaminación. § Formas de almacenamiento adecuadas para evitar contaminación. § Identificar y prevenir en el hogar y en la comunidad enfermedades transmitidas por el agua. § Elaboración conjunta de normas de conducta y comportamiento sobre el uso y manejo adecuado del agua potable. Desarrollar un plan de monitoreo y control periódico a fin de garantizar, las aplicaciones de las medidas sugeridas en los talleres.	El 80% de la población capacitados en Agua y saneamiento Análisis bacteriológico anual.			

Estudio de la microcuenca y Plan de Acción Participativo para potenciar la disponibilidad y calidad de agua en la comunidad de Colonia Roque, municipio de Tipitapa. Departamento de Managua.

MATRIZ DE PLAN DE ACCION

Componente No. 2 Uso y Manejo del Agua Potable

Objetivo Estratégico 1: Sensibilizar a la población sobre el buen uso y manejo del agua potable y mejorar la calidad de agua y vida de la Comunidad de Colonia Roque.

PROBLEMA	OBJETIVOS ESTRATEGICOS	META	ACCIONES ESTRATEGICAS	INDICADOR	RECURSOS	SECTOR SOCIAL E INSTIT.PARTIC	PLAZO/PERIODO
Agua y Saneamiento	Propiciar una comunidad limpia y ornamentada potenciando las aguas residuales.	El 80% de la población maneja correctamente las aguas residuales.	Construir canales de drenaje y pilas de absorción para aprovechar en riego local las aguas residuales de la comunidad.	Realizar una Campaña mensual educativa de calles y patios limpios.	Locales Picos y palas.	Líderes comunales ENACAL, MINSA, MARENA, MAGFOR, ALCALDÍA, UNIVERSIDAD	Corto Plazo
		Calles y patios limpios.	Promocionar un cambio de comportamiento relacionado con la limpieza en la comunidad cerrando charcas y evitando malos olores y potencial proliferación de mosquitos.	80% de calles y patios limpios.	Herramientas locales.	Líderes comunales ENACAL, MINSA, MARENA, MAGFOR, ALCALDÍA, UNIVERSIDAD	Corto Plazo
	Procurar la reducción de la contaminación fecal del agua	Todas las casas con letrinas y haciendo buen uso de las letrinas.	Gestionar donación de letrinas. Elaborar proyecto de letrificación. Adquisición y distribución de letrinas. Capacitación a los pobladores en el uso y manejo de las letrinas para evitar el fecalismo al aire libre y así impedir la proliferación de vectores	No. de casas con letrina. No. de personas que usan la letrina.	Locales Picos, palas, baldes, serruchos, martillos. Externas: Donación de letrinas, Materiales para caseta.	Líderes comunales ENACAL, MINSA, MARENA, MAGFOR, ALCALDÍA, UNIVERSIDAD	Corto Plazo
Manejo de desechos sólidos.	Reducir la contaminación ambiental por desechos sólidos. Fomentar la limpieza en calles, patios, corrales y porquerizas de la comunidad	Control de la contaminación ambiental por desechos sólidos en un 90%.	Ejecutar un plan de manejo integral de desechos sólidos. Empezar campaña de reducción de la contaminación por residuos orgánicos e inorgánicos y agentes microbiológicos. Taller de capacitación sobre desechos sólidos. * Evitar la proliferación de basuras en patios, calles y terrenos baldíos. * Fomentar la minimización de desperdicios domésticos. Empezar la construcción de encierros para animales domésticos que deambulan por la comunidad. Incentivar la limpieza periódica en patios, corrales y porquerizas realizando un manejo adecuado de desechos	Limpieza del 100% de calles y corrales	Locales Picos, palas, machetes, escobas y carretillas	Líderes comunales ENACAL, MINSA, MARENA, MAGFOR, ALCALDÍA, UNIVERSIDAD	Corto Plazo
	Fomentar en los pobladores mejores prácticas higiénicas sanitarias personales y domésticas.	Mejor salud y presentación	Realizar taller de capacitación a la población sobre las prácticas y buenas costumbres en el domicilio, Aseo personal: * Importancia en la salud del lavado de mano. * Limpieza y educación bucal. * El baño diario y el aseo personal. * Un hogar con un ambiente saludable. * Aprendiendo a vivir en paz con nosotros mismos la familia y la comunidad.	Taller un taller trimestral de capacitación sobre higiene y Salud	Locales Escuela pizarra marcadores Externos. MINSA personal capacitado y equipo de atención primaria. UNAN	Líderes comunales ENACAL, MINSA, MARENA, MAGFOR, ALCALDÍA, UNIVERSIDAD	

Estudio de la microcuenca y Plan de Acción Participativo para potenciar la disponibilidad y calidad de agua en la comunidad de Colonia Roque, municipio de Tipitapa. Departamento de Managua.

MATRIZ DE PLAN DE ACCION							
Componente No. 3: Protección y Conservación de la Microcuenca.							
PROBLEMA	OBJETIVOS	META	ACCIONES ESTRATEGICAS	INDICADOR	RECURSOS	SECTOR SOCIAL E INSTIT.PARTIC	PLAZO/PERIODO
Ausencia de Plan de Manejo de la Microcuenca	Desarrollar un programa conjunto de manejo ambiental integral de la microcuenca.	Contar con un plan de manejo de la cuenca	Elaborar e implementar un programa de asistencia técnica y de sensibilización a la población que garantice la mitigación, restauración y protección del bosque.	Plan de protección al bosque	Estudio de la microcuenca	Líderes comunales ENACAL, MINSA, MARENA, MAGFOR, ALCALDÍA, UNIVERSIDAD	Mediano y Largo Plazo
	Promover la protección y gestión de la fuente de agua		Establecer mecanismos de negociación y arbitraje en el conflicto socioambiental de la toma de tierras y deforestación en la parte alta de la cuenca en busca de aminorar la explotación irracional del bosque.	Plan de protección de la fuente de agua	Plan de acción.	MARENA, MAGFOR, ALCALDÍA, UNIVERSIDAD Líderes Comunales.	Mediano Plazo
	Valorar la calidad de agua de la laguna artificial para potenciar la generación de mayores utilidades.		Emprender un programa de protección y control de la laguna en busca de tener un lugar de esparcimiento, donde puedan bañarse y pescar sin riesgos a la salud.	Plan de aprovechamiento de la laguna.	Estudiantes, Adpesca,	Estudiantes, Adpesca, MARENA	Mediano Plazo
	Emprender un programa de manejo y protección de especies de Flora y Fauna. Establecer un sistema agrosilvopastoril		Desarrollar un programa que fomente la conservación de los recursos naturales principalmente aves acuáticas y especies que han disminuido sensiblemente su presencia en la zona. Elaborar e implementar plan de manejo de bosque. Promover la combinación de árboles, pasto, cultivos y animales. Implementar prácticas de manejo y conservación de suelos para disminuir la vulnerabilidad. Frenar avance de la erosión y mitigar con plantaciones que retengan suelos y lo enriquezcan.	Plan de protección de la Fauna silvestre.	Inventario de Flora y Fauna	Líderes comunales ENACAL, MINSA, MARENA, MAGFOR, ALCALDÍA, UNIVERSIDAD	Mediano Plazo
	Restaurar los suelos de la microcuenca con el fin de recuperar la cubierta vegetal y sus beneficios.		Implementar prácticas de manejo y conservación de suelos para disminuir la vulnerabilidad. Frenar avance de la erosión y mitigar con plantaciones que retengan suelos y lo enriquezcan.	Plan de Mejoramiento y protección de los suelos.	Rotafolio, Datashow, Materiales didácticos, varios.	MAGFOR, MARENA, UNIVERSIDAD, ALCALDIA.	Corto y Mediano Plazo
	Promover la sensibilización en la población de los daños que causan las quemas forestales al suelo y a la biodiversidad.		Evitar quemas de bosques y potreros.	Plan de prevención y control de incendios forestales.	Pobladores.	ALCADA, MAGFOR, MARENA, CUERPO DE BOMBEROS	Corto Plazo
	Fomentar la participación comunitaria en la restauración y protección de la microcuenca.	Líderes sirviendo de facilitadores en otras comunidades.	Realizar un intercambio de experiencias con las comunidades circunvecinas sobre las acciones de restauración y desarrollo que se realizan con participación comunitaria en la microcuenca	Realizar una reunión trimestral con las cuatro comunidades vecinas	Líderes Comunitarios	Líderes comunales ENACAL, MINSA, MARENA, MAGFOR, ALCALDÍA, UNIVERSIDAD	Corto Plazo

Estudio de la microcuenca y Plan de Acción Participativo para potenciar la disponibilidad y calidad de agua en la comunidad de Colonia Roque, municipio de Tipitapa. Departamento de Managua.

MATRIZ DE PLAN DE ACCION							
Componente No. 4 Socioeducativo							
PROBLEMA	OBJETIVOS	META	ACCIONES/ACTIVIDADES	INDICADOR	RECURSOS	SECTOR SOCIAL E INSTIT.PARTIC	PLAZO/PERIODO
Deserción Escolar	Evitar la deserción estudiantil. Incentivar la participación activa y decidida de los padres de familia en la educación ambiental de sus hijos.	90% de retención estudiantil.	Apoyar a la escuela en la retención estudiantil y educación ambiental a los niños de la comunidad.	90% de promoción	Escuelas, padres de familia, estudiantes. y comunidad.	Líderes comunales ENACAL, MINSA, MARENA, MAGFOR, ALCALDÍA, UNIVERSIDAD	Corto, mediano y largo plazo. Todo el tiempo.
Componente No. 5 Socioeconómico							
Limitado Desarrollo Socioeconómico.	Realizar un diseño e implementación de un plan de generación de recursos financieros locales	Mejoramiento socioeconómico de la comunidad.	Emprender actividades a fin de generar ingresos comunitarios que ayuden a paliar problemas internos promoviendo la autogestión y sostenibilidad. Gestionar ante Instituciones estatales y ONG's la construcción de infraestructura social y productiva para promover la economía local. Propiciar acciones que estimulen a la comunidad a descubrir habilidades que generen iniciativas económicas con sus propios recursos.	100% de comunitarios con fuente de trabajo	Externos personal capacitado Microcreditos, UNAN	INTA, Universidades, Alcaldía, MARENA, ONGs, Instituciones estatales.	Corto, mediano y largo plazo. Todo el tiempo.
	Emprender acciones que aseguren a largo plazo la sostenibilidad financiera a pequeñas y medianas iniciativas.	Mejoramiento socioeconómico de la comunidad.	Fomentar la pequeña microempresa involucrando a todos los miembros de la comunidad.	El 70% de la comunidad integrada al trabajo colectivo.	Microcreditos, aprovechamiento de recursos locales.	ONGs., Alcaldía, Universidades.	Permanete.
	Promover actitudes colectivas para el mejoramiento de la calidad de vida a través de acciones grupales, disminuyendo costos ambientales	Cambios de comportamiento individualistas.	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Venta de plantas de vivero (ornamentales, frutales, maderables). ⊙ Panadería, rosquillería y tortillería ⊙ Venta de leche y sus derivados ⊙ Venta de hortalizas ⊙ Ferias campesinas ⊙ Utilización de macrófitas en abonos, papel y forraje para el ganado. ⊙ Cocinas ecológicas ⊙ Apicultura ⊙ Zoológico de iguanas ⊙ Siembra de tilapias en laguna artificial ⊙ Cría y reproducción de cerdos, aves y conejos. ⊙ Cultivo de Plantas Medicinales y aromáticas. ⊙ Diversificación de Huertos Comunes y/o familiares con tecnología limpia. 				

VI. CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio conducen a las siguientes conclusiones:

1. El diagnóstico participativo reveló que los principales problemas en orden de importancia en Colonia Roque son: el suministro insuficiente de agua potable, problemas de salud agudizados por la situación de insalubridad en la comunidad, relacionados con la escasez de agua, desempleo masivo, alto índice de analfabetismo, necesidad de programas sociales y necesidad de capacitación de sus líderes en gestión de proyectos de desarrollo.
2. La aplicación de estrategias metodológicas sugeridas por el Manual “Trabajando Juntos”, produjeron resultados valiosos para el trabajo de Tesis, por lo que se considera, que el Manual es una herramienta necesaria y de vital importancia en los trabajos de Investigación Acción Participativa.
3. El medio hidrogeológico de la microcuenca está formado por depósitos volcánicos del cuaternario y rocas del grupo Las Sierras, compuesto por, sedimentos volcánicos Cuaternarios (Qv) de poco espesor, seguido de tobas (TQpst) fracturadas con espesores que oscilan aproximadamente de los 10 - 70 metros con intercalaciones de arcillas, escorias, piroclastos y pómez del (TQps).
4. Los valores de conductividad en los pozos ubicados en la periferia del Lago Xolotlán, son similares a la del Lago, en cambio los más alejados que están a una mayor altura, su conductividad es diferente, lo que nos indica que no hay intrusión del lago al acuífero.
5. El acuífero de la microcuenca es Semiconfinado y de alta productividad, revelaron los parámetros hidráulicos, ratificándolo, la formación de tobas y arcillas que predominan en la región.
6. Se determinó la disponibilidad de agua del acuífero a través del Balance Hídrico, estimando una Recarga Total de 3.86 MMC/año y la descarga de 0.00689

MMC/año, teniendo un potencial disponible de 3.85 MMC/a demostrando así, que se cuenta con una reserva de agua que da respuesta a la demanda proyectada.

7. El área de mayor recarga al acuífero se encuentra en el sector Oeste de zona estudiada, aunque entra recarga de las zonas altas, fuera de los límites de la microcuenca, la que no fue estudiada.

8. La dirección del flujo del agua subterránea, se orienta parcialmente hacia el Lago Xolotlán, al dividirse en el segmento medio y alto de la microcuenca con rumbo Sur hacia el río Tipitapa.

9. El agua del acuífero se considera de excelente calidad para consumo humano, al menos desde el punto de vista físico químico, no se detectó ningún plaguicida, ni metal pesado.

10. La calidad bacteriológica de los pozos muestreados en el acuífero de la microcuenca, determinaron que existe contaminación bacteriana con valores que sobrepasan las normas vigentes en nuestro país por lo requieren de tratamiento por cloración, para considerarlas de buena calidad para consumo humano.

11. Los resultados de estudios biológicos indican que la calidad del agua de las fuentes superficiales está deteriorada, sin embargo, no existe evidencia de contaminación del acuífero a partir de dichas fuentes.

12. El problema de abastecimiento de agua en la comunidad de Colonia Roque se debe a una inadecuada infraestructura, por lo que se prevé la construcción de un nuevo Sistema de agua potable.

13. Existe una marcada presión sobre los recursos Flora y Fauna en la microcuenca, las pequeñas zonas boscosas corren un alto riesgo de desaparecer por la deforestación de árboles maderables y para leña.

14. Se diseñó el Plan de Acción comunitario, herramienta básica para la planificación del desarrollo de la comunidad, cuyo fin es fortalecer los niveles de gestión del recurso hídrico.

El Plan de acción está en marcha, constituye un proceso sin retorno, que sólo razones de apoyo técnico o presupuestario pondrían obstáculo a su desarrollo.

VII. RECOMENDACIONES

Los resultados del estudio y conclusiones permiten proponer las siguientes recomendaciones:

1. Se demanda del involucramiento activo de los diversos actores sociales con presencia en el Municipio de Tipitapa para la ejecución del Plan de Acción Participativo, como un equipo interdisciplinario responsable de la parte técnica - especializada que le corresponda: Alcaldía, ENACAL, MINSA, MEDC, MAGFOR, INAFOR, INETER, MARENA, Movimiento de mujeres, ONG`s, Empresa Privada y Universidades, entre otros.
2. Se debe Organizar por encima del Plan de Acción, un Plan de Manejo de la microcuenca, formando el Comité de cuencas que incluya a líderes de las otras comunidades de la microcuenca y representación de los diferentes niveles de gobierno y ONG`S, a fin de alcanzar un consenso, para la mejor administración del recurso agua, buscando una conciliación de intereses, para prevenir conflictos que se derivan de la inadecuada distribución y usos competitivos del agua y la toma de tierra en la parte alta de la cuenca.
3. Se hace necesario gerenciar racionalmente los recursos Agua, Suelo, Bosque y Fauna Silvestre realizando un aprovechamiento sustentable y sostenido, con la perspectiva de alcanzar un mayor desarrollo ambiental y humano,
4. Es preciso que actores sociales, líderes y comunitarios en general, estén todos plenamente convencidos que el involucramiento de la ciudadanía es indispensable y conveniente, que deben estar presente en todo el "ciclo de vida del proyecto", para poderlos sacar de la incertidumbre, para esto es preciso haber construido un clima de confianza, en que los actores se puedan relacionar en un ambiente de respeto y credibilidad, lo que requiere todo un proceso educativo previo, de mutua comprensión, que conducirá a una estabilidad local y municipal.
5. Con carácter de obligatoriedad se deben de realizar reuniones periódicas con todos los involucrados que permitan realizar un seguimiento al Plan de acción con

el fin de ir controlando y evaluando en la marcha las responsabilidades de actores o líderes, reforzando las alianzas estratégicas claves, para esto se deben instaurar espacios formalmente establecidos en lugar y tiempo.

6. Se recomienda la utilización del Manual en Proyectos rurales de agua y otros tipos de proyectos, como herramienta esencial que contribuya a lograr un cambio en la participación acción de los comunitarios, impactando en su manera de pensar, motivando a las personas a una transformación de sus sistemas de valores y condiciones de vida.

7. Se debe realizar una planificación adecuada del recurso agua en la zona para garantizar un manejo eficiente y un uso sustentable y sostenible, se recomienda no exceder de la cantidad de la Recarga Total calculada para el área de estudio, a fin de no afectar el almacenamiento subterráneo. Esto se puede ir logrando haciendo trabajo sistemático de sensibilización en la población para que valoren el agua como fuente de vida y que es deber de todos velar por su mejoramiento y protección.

8. Las alteraciones detectados en los análisis de agua, unos por desechos humanos y/o animales, tales como: coliformes fecales y bacterias patógenas, es un problema que debe atenderse en conjunto con el MINSA y ENACAL ya que estos vectores de tensión resultaron elevados, en algunos pozos y pueden remediarse.

9. Se recomienda desarrollar campañas públicas de educación ambiental-sanitaria, en conjunto con el Ministerio de Salud, Educación, MARENA, UNAN Managua y Alcaldía de Tipitapa, para la protección del recurso agua, paralelo ejecutar estudio del agua almacenada domiciliarrmente por el manejo y manipulación que realizan sus usuarios.

10. En busca de potenciar el recurso hídrico de la zona, fuente de empleo y alimento local se sugiere utilizar las aguas del Efluente para riego de cultivos de consumo humano y/o animal, dado a las riquezas de nutrientes naturales de las aguas tratadas, atendiendo las recomendaciones de la OMS de 1000 coliformes

NMP/100ml, por lo que deben realizarse monitoreos periódicos para el control y remoción de organismos patógenos y de esta forma no se incrementaran los factores de riesgo en la salud de la población.

11. Se deben potenciar las aguas de la laguna artificial, con la siembra de peces (Tilapia) como fuente de proteína animal, para actividades recreativas, turísticas, deportiva y de empleo.

12. Se recomienda continuar con el programa de investigación de manera sostenida a largo plazo para determinar cambios en la calidad físico-químicas, biológicas y estudios biofísicos, para conocer características del acuífero tales como: grosor, profundidad, basamento, entre otros, que no fueron abordados en este estudio, como la vulnerabilidad del acuífero, ante potenciales riesgos como son: la laguna, pozos en abandono, fallamientos locales etcétera, para resguardar y controlar de manera sostenido el acuífero.

12. Ante esta situación se demanda un nuevo pozo perforado con una profundidad aproximada de 100 m., para aumentar la producción de agua potable y disminuir la posibilidad de contaminación, tomando en cuenta, las medidas y valoraciones del estudio, se sugiere que el pozo comunitario de Colonia Roque debe ser ubicado paralelo al actual pozo excavado, el que tiene buena ubicación por estar un poco alejado de las fuentes contaminantes locales. La protección que se le brinde a la fuente de agua, debe hacerse de una manera sostenida, sin poner en riesgo el futuro. Es válido mencionar que el terreno es propiedad de la comunidad.

13. Realizar estudios similares al experimentado en Colonia Roque en comunidades circunvecinas y otras localidades del país con situaciones similares.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

1. **Agarwal, A. et. 2000.** al Manejo Integrado de los Recursos Hídricos. Asociación Mundial para el Agua. (GWP) Estocolmo, Suecia.
2. **Almorox, J** <http://www.eda.etsia.upm.es/>
3. **Amisial y Jegat. 1984** Aprovechamiento y modelos de aguas subterráneas: Banco de programa. CIDIAT.
4. **ANISA. 1998,** Altura de Suministros de Agua Superficial para distritos de Riegos en el área de Tipitapa-Malacatoya. Managua, Nicaragua.
5. **Azqueta , Diego. 1993.** Valoración Económica de la Calidad ambiental. Editorial Mc. GrawHill. España.
6. **Bartle, Phil. 2005.** El ciclo de movilización. El Proceso de fortalecimiento de una comunidad.
7. **Caja de Herramientas del Análisis ambiental estratégico. 2000.** Servicio Holandés de Cooperación, Tegucigalpa, Honduras.
8. **CAPRE.1994.** Normas de calidad de agua para consumo humano. Comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana.
9. **Cassinath, N., García R., Vargas M., Bethune D..., 2004.** Trabajando Juntos. Manual de campo para proyectos de agua. CARA/ACDI. Managua, Nicaragua.
10. **Custodio, E. y Llamas, M. 2001.** Hidrología Subterránea. Ediciones Omega. España.
11. **Determinación de la Disponibilidad de Agua en el acuífero de Santa María del Río. 2002.** Comisión Nacional del Agua. México, DF
12. **Diagnóstico y Plan de Manejo Comunitario de la Cuenca del Río. 1999.** (folleto)
13. **Diagnóstico Básico del Municipio de Tipitapa, 1996.** Departamento. de Managua, Región III. Managua, Nicaragua.
14. **Duarte, José Roberto (1998).** Estudio Hidrogeológico del acuífero de Guluchapa, San Salvador, El Salvador. Tesis de Maestría. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

15. **ENACAL**, Agua y saneamiento Rural en Nicaragua. 1998. *Red Nacional del Agua y saneamiento en Nicaragua*. Managua, Nicaragua.
16. **ENACAL - GAR. 2001**. Ciclo de proyecto. Área de Normas y procedimientos. Managua, Nicaragua.
17. **Espinoza, Martha, 2002**. Comunicación personal. Managua, Nicaragua.
18. **Fenzl, Norbert 1989**. Nicaragua Geografía, Clima, Geología e Hidrogeología. Universidade Federal DO PARÁ, Belém, UFPA / INETER / INAM. Managua, Nicaragua.
19. **Geilfus, F., 2000**. 80 Herramientas para el desarrollo participativo. Diagnóstico, Planificación, Monitoreo y Evaluación. San Salvador, 207p.
20. **Herrador Doribel y Leopoldo Dimas. 2001**, Valoración económica del Agua para el Área Metropolitana de San Salvador. Fundación PRISMA. San Salvador, El Salvador.
21. **Hiroda R. Dr. 1988**, Hidro Red. Carga Contaminante y peligro a las aguas subterráneas Instituto de Geociencias Universidad de Sao Paulo, Brasil.
22. **INAA. 2003**. Norma Técnica obligatoria nicaragüense NTON, 03 040 – 03. Managua, Nicaragua.
23. **INAA. 2000**. Normas Técnicas para el Diseño de abastecimiento y Potabilización del Agua. Nicaragua.
24. **INETER. 1988**. Cuadrante Topográfica 2952-1, 1: 50.000. Managua, Nicaragua
25. **INETER, 2001**. Base de datos del Sistema de Información Meteorológica, Dirección de Meteorología, Managua, Nicaragua.
26. **Krasny, J. y Hecht, G. 1988**, Estudio Hidrogeológico e Hidroquímico de la región del Pacífico de Nicaragua. INETER, COSUDE y GTZ. Nicaragua.
27. **MARENA. 2001**. Informe del estado ambiental en Nicaragua. Gobierno de Nicaragua. Managua, Nicaragua.
28. **MARENA. 1997**. Biodiversidad en Nicaragua, Un estudio país. DANIDA. Managua, Nicaragua.
29. **MARENA. 1996**. Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, Gobierno de Nicaragua. Managua, Nicaragua.
30. **Madrigal, Justo. 2002**. Comunicación personal. Colonia Roque, Tipitapa. Managua, Nicaragua.

31. **Manual de campo. 1997.** Paquete ASEG. Marco Conceptual y referente Departamento de Desarrollo Sostenible. FAO Italia.
32. **Marín, E. 1988.** Proyecto de ordenamiento del sistema productivo, segunda región – Estudio Agroecológico.
33. **Marín C Eduardo. 1992.** Estudio Agroecológico de la región III y su aplicación al desarrollo agropecuario. Agencia Finlandesa Para el Desarrollo Internacional (FINNIDA),
34. **Martínez, G. et, al. 1998.** Environmental Health Project. Arreglo Institucional para el suministro de agua potable y saneamiento a nivel rural. San Salvador, El Salvador.
35. **Martínez, William. 2002.** Comunicación personal. Managua, Nicaragua.
36. **Mejía, Agustín. 2002.** Comunicación personal. Colonia Roque, Tipitapa. Managua.
37. **Mijailov, L., 1989.** Hidrogeología. Moscú, Editorial MIR.
38. **OPS – OMS. 2004.** Análisis sectorial de agua potable y saneamiento de Nicaragua. ENACAL y RASNIC. Managua, Nicaragua.
39. **Piura, J. 2000.** Metodología de la Investigación Científica. 4^{ta} edición CIES Managua.
40. **MARENA. 1997.** Plan de acción de los Recursos Hídricos, Comité Nacional de los Recursos Hídricos DANIDA,. Nicaragua.
41. **Vriesendorp, Silvia. 1999.** Strategic Planning: Reflections on Process and Practice. Lecciones de Manegement Sciences for Health.
42. **Planificación Local Participativa. 1999.** Metodología para la promoción de la salud en América Latina y el Caribe. OPS/OMS: Washington, D.C.
43. **Política Ambiental de Nicaragua. 2000.** Gobierno de la República, Managua, Nicaragua.
44. **Política Nacional de Recursos Hídricos. 2001.** Nicaragua. (Documento borrador).
45. **Política Forestal de Nicaragua, 2000.** MAGFOR.
46. **Programa de Balance Hídrico, 1998.** Modelo Forestal. MAG-FOR. Planicie de Riego, parte I. Managua, Nicaragua.
47. **Rozanski, K. 2001**
48. **Rudolph, D. et, al. 2001.** Site Characterization and Monitoring Well Installation. Managua, Nicaragua:
49. **Ruiz, Juana. 2002.** Comunicación personal. Managua, Nicaragua.

50. **Sampat, P. 2000.** La Crisis de las Aguas Subterráneas. USA: World. Watch Institute,.
 51. **Sequeira, Ramón. 2000.** Manual “El proceso de desarrollo participativo” (DP) en paquete de agua (borrador).
 52. **SER. 2000.** La Gestión Comunitaria del Agua. Quezaltenango, (folleto).
 53. **SETEC, 2000.** Estrategia de Reducción de la Pobreza, Diagnósticos y Lineamientos.
 54. **Vicent, C. Ing et al, Castellón C., 1996.** Laboratorio de Suelos y Aguas. Dirección de Producción Agrícola.
 55. **Wespi, M. et, al. 2001** Diagnóstico Rural Participativo (DRP).
Una guía metodológica basada en experiencias en Centro América.
2nd edición Managua: PASOLAC.128p.
- [http://www. ACRUPAS.](http://www.acrupas.com) Farm A Syst. , 2001. Asesoras de las Condiciones rurales para la Protección del Agua del Subsuelo. U.S.A.
 - [http://www. Análisis de H2O SAMLA.](http://www.analisisdeh2o.com) Sistema de Apoyo Metodológico
 - [http://www monografias.com/trabajos14/crecimientoecon/shtml](http://www.monografias.com/trabajos14/crecimientoecon/shtml)
 - [http://www.eda.etsia.upm.es/J. Almorox\)](http://www.eda.etsia.upm.es/J.Almorox)
 - <http://www.epa.gov/safewater/protect/citguisp.html>
 - <http://www.fenofem.org/investigaciones/plaguicidas> y metales pesados
 - <http://www.gtz.de/uvp/publika/spanish/begin1.html>
 - http://www.igme.es/internetcueb_agua/igme/publica/ag_sub
 - [http://www plaguicidas/pdf/lib28/4_mov.pdf](http://www.plaguicidas/pdf/lib28/4_mov.pdf)
 - <http://www.oas.org/usde/publication/unit/oea02/chat>
 - [http://www. Una alternativa de desarrollo participativo, proyecto de desarrollo rural, el carmen.htm.](http://www.unaalternativa.com)Chile
 - [Waterportal@unesco.org.](http://www.waterportal@unesco.org)UNESCO.Ciencias naturales. 2001
 - [http://www. wmo.ch/web/homs/icwedecs](http://www.wmo.ch/web/homs/icwedecs)
 - <http://www.oei.es/salactsi/osorio2.htm>. Participación comunitaria en los problemas del agua”

IX. ANEXOS

ANEXO No. 1

CICLO DE PROYECTO DE AGUA Y SANEAMIENTO COMUNIDAD DE COLONIA ROQUE, MUNICIPIO DE TIPITAPA/ DEPARTAMENTO DE MANAGUA

<i>Etapa</i>	<i>Fase</i>	<i>Actividades</i>	<i>Subactividades</i>	<i>Instrumentos</i>	<i>Fuentes de Verificación</i>
ETAPA DE IDENTIFICACIÓN	FASE DE PLANIFICACION	1. Recopilacion de información	1.1 Revisión de manuales, internet, materiales varios. 1.2 Entrevistas con especialista en la materia.	1. Manuales, internet, materiales desarrollo participativo, etc.	1.1 Informes
		2. Presentación de propuesta de tesis	1.1 Elaboración de propuesta de tema de tesis	2.1 Manuales, internet, materiales desarrollo participativo, etc.	2. 1 Propuesta de tema
		3. Giras exploratorias	3.1 Visita y entrevista a la alcaldía de Tipitapa, ENACAL y Fundación COMPALCITH. 3.2 Visita y entrevista a los líderes comunales de Miraluz, San José de la Plywood, Los Laurales, Empalme San Benito, San Benito Agrícola, Chilamatillo, Quebrada Honda, Colonia Roque, El Madroño, Cuidadela San Martín, La Pita y Oluminapa.	3.1 Propuesta de tema	3.1 Informe de entrevista y visita.
		4. Elaboración y presentación de propuesta de Protocolo	2.1 Elaboración y presentación de documento de propuesta de protocolo.	2.2 Informe de recopilación de información. 2.3 Informe de entrevista y visita de campo. 2.4 Guía para elaboración de protocolo. 2.5 Manual de metodología de investigación científica. 2.6 Manual de métodos participativos para proyectos de agua. 5.1 Carta 5.2 Informe de entrevista y visita de campo. 5.3 Propuesta de protocolo.	4.1 Documento de propuesta de protocolo.
		5. Selección de Comunidades	5.1 Recep. De solicitud por parte de la alcaldía de Tipitapa 5.2 Aplicación de criterios de selección de comunidades. 5.3 Selección de una comunidad para desarrollo de trabajo de tesis: Colonia Roque del Municipio de Tipitapa, departamento de Managua.	6.1. Informe de selección de comunidad 6.2. Mapas topográficos 7.1. Documento final de Protocolo	5. 1 Carta de solicitud 5.2 Informe de selección de comunidad
		6. Corrección y Presentación de Protocolo	6.1 Delimitación de microcuenca. 6.2 Revisión, corrección y presentación de protocolo.		6.1 Documento final de Protocolo
		7. Aprobación de Protocolo	7.1. Presentación y aprobación de Protocolo		7.1 Acta de aprobación
		8. Valoración Inicial de Comunidades.	8.1 Contacto inicial con la comunidad 8.2 Reunión con líderes comunitario 8.3 Capacitación a líderes comunitarios	8.1 Visita 8.2 Acta 8.3 Manual de métodos participativos para proyectos de agua, retroproyector, láminas, diseño metodológico, pizarras, marcadores, cartulinas, tijeras, papel de construcción, etc. 8.4 Formato de ficha de primer contacto	8.2 Acta de reunión 8.3 Memoria de taller
		9. Elaboración de diagnostico participativo	8.4 Llenado de ficha de primer contacto 9.1 Desarrollo de talleres con la comunidades 9.2 Elaboración de Encuestas 9.3 Elaboración del diagnóstico	9.1 Manual de métodos participativos para proyectos de agua, retroproyector, láminas, diseño metodológico, pizarras, marcadores, cartulinas, tijeras, papel de construcción, etc. 9.2 Formato de encuesta 9.3 Carta de solicitud, acta de reunión, memoria de taller, ficha de primer contacto, memoria de taller, encuesta completada.	8.4 Ficha de primer contacto. 9.1 Memoria de taller
					9.2 Encuesta completada 9.3 Diagnóstico elaborado

Continuación... CICLO DE PROYECTO DE AGUA Y SANEAMIENTO
COMUNIDAD DE COLONIA ROQUE, MUNICIPIO DE TIPITAPA/ DEPARTAMENTO DE MANAGUA

Etapas	Fase	Actividades	Subactividades	Instrumentos	Fuentes de Verificación
IMPLEMENTACION	FORMULACION	10. Estudio de Campo Participativo.	10.1 Inventario de pozos 10.2 Levantamiento de información técnica de la microcuenca. 10.3 Primer campaña de muestreo. 10.4 Caracterización biofísica: estudios hidrológico, hidrogeológicos y geológicos. 10.5 Verificación de uso de suelo 10.6 Inventario de flora y fauna. 10.7 Caracterización del emplazamiento ambiental. 10.8 Valoración de la situación de saneamiento. 10.9 Valoración de los conocimientos, actitudes y prácticas de higiene. 10.10 Identificación de fuentes de contaminación.	Ficha, sonda, equipos varios Normas del INAA (sociales y técnicas, G.P.S. Mapas Altímetros Cronómetros/Reloj Sondas, PH metro, conductímetro, termómetro, oxigenómetro Materiales e instrumentos varios de muestreo para agua superficial y subterránea. Equipo Topográfico Equipo de Laboratorio Formatos sociales Guía de Emplazamiento Guía de caracterización y protección de fuentes	Informe de Inventario de Fuentes de Ag Informe técnico de microcuenca Informe de Inventario de pozos. Informe de análisis de calidad de agua. Informe de balance hídrico. Informe y mapa de uso de suelo. Informe de inventario de flora y fauna. Informe técnico social, económico y ambiental.
		11. Factibilidad Técnica –Social Económica y Ambiental	Viabilidad socioeconómica, técnica, ambiental, e institucional. Cálculos Hidráulicos Estudio tarifario Análisis de Impacto Ambiental Elaboración de oferta técnica, económica y social.	Informe técnico de microcuenca Informe de Inventario de pozos. Informe de análisis de calidad de agua. Informe de balance hídrico. Informe y mapa de uso de suelo. Informe de inventario de flora y fauna. Informe técnico social, económico y ambiental.	Documento de oferta para la comunidad.
		12. Legalización de Terrenos		Formatos de escritura pública	
		13. Negociación	Gestiones con dueños de terrenos Firma de documentos legales Plan de acción participativo Presentación de alternativas Selección de alternativa Organización del CAPS Aporte Comunitario Aceptación de Alternativas	Documento de oferta para la comunidad. Maqueta, Láminas, videos, mapas Doc. De funciones del CAPS Formato de acta de constitución del CAPS.	Documento Legal a favor de la comunidad.
		14. Diseño Final		Documento de oferta para la comunidad Acta de compromiso de la comunidad Formatos	Acta de constitución de CAPS Acta de Compromiso de la comunidad
		15 Firma de convenio con la comunidad	Ajuste y completación del proyecto negociado. Firma de convenio		Memoria de diseño Planos Convenio firmado

ANEXO No. 2

REGISTRO DE PARAMETROS METEOROLOGICOS

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA
RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL

Estación: - TIMAL / TIMAL

Código: 69 130

Años: 1987 - 2001

Parámetro: Precipitación (mm)

Latitud: 12° 19' 00" N

Longitud: 86° 04' 00" W

Elevación: 65 msnm

Tipo: AG

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
Media	3.5	27.3	1.1	21.4	116.1	195.0	148.5	186.1	260.3	238.9	54.3	7.0	1173.3
Máximo	22.0	283.5	8.3	115.1	445.5	422.8	301.5	419.0	447.3	727.7	204.5	37.5	1837.4
Mínimo	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1	60.6	43.1	72.5	110.1	124.7	5.2	0.0	83.8

Parámetro: Temperatura (°C)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
Media	26.6	27.3	28.1	29.5	28.7	27.4	27.0	26.7	26.3	26.3	26.3	26.3	27.2
Máximo	27.4	28.1	29.0	31.0	30.0	28.9	28.6	27.6	27.2	27.6	27.1	27.4	335.4
Mínimo	25.9	26.5	26.9	28.8	25.7	26.6	25.7	25.6	25.4	25.6	25.7	25.6	140.1

Parámetro: Humedad relativa (%)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
Media	66.9	63.4	60.7	61.0	69.5	78.4	78.8	80.2	83.7	82.9	78.1	71.4	72.6
Máximo	73.2	73.6	69.8	76.8	77.6	84.9	93.6	89.5	87.8	87.6	82.5	78.0	937.1
Mínimo	56.9	54.7	55.4	53.1	60.7	67.9	68.4	74.0	76.4	73.6	70.3	65.5	307.0

Parámetro: Evaporación de pana (mm)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
Media	226.3	251.8	332.5	311.1	245.3	183.6	194.8	185.6	153.6	155.1	161.7	203.5	219.0
Máximo	274.7	301.6	350.2	368.0	356.5	221.4	228.4	233.3	193.6	188.4	195.6	233.9	2856.0
Mínimo	66.7	66.9	295.6	192.1	153.8	150.1	159.8	143.4	118.4	95.2	135.0	164.5	910.7

Parámetro: Nubosidad (octas)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
Media	3.0	2.7	2.4	2.5	3.4	4.0	4.1	3.9	4.1	3.9	3.5	2.9	3.3
Máximo	4.1	4.0	3.5	3.6	4.7	4.6	5.6	4.5	4.7	5.1	4.5	3.5	47.3
Mínimo	2.2	2.0	1.5	1.7	2.6	3.2	3.1	3.2	3.5	3.0	2.8	2.2	11.8

Parámetro: Brillo solar (h/dec)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
Media	8.8	9.3	9.4	8.8	7.2	6.4	6.4	6.9	6.3	6.9	7.5	8.5	7.8
Máximo	10.0	10.0	10.4	10.2	9.2	7.7	7.7	8.5	8.1	8.1	8.9	9.6	96.4
Mínimo	8.2	7.7	8.5	6.1	4.1	5.1	4.5	5.6	4.6	4.5	6.1	7.7	39.6

Fuente: Registro de datos del Departamento de Meteorología, INETER, 2002.

ANEXO No. 3

Acta N° 1

Reunidos en la escuela Mixta Alfredo Roque los líderes de la comunidad Colonia Roque, Promotor Comunitario de la Alcaldía Municipal de Tipitapa y Estudiantes de Maestrías en Ciencia del agua, con el propósito de dar a conocer el objetivo del proyecto de tesis y la selección de la Comunidad para llevarse a cabo: se realiza

- 1- Presentación de asistentes: nombres, cargos y funciones que desempeña en la comunidad los diferentes líderes.
- 2- Importancia del proyecto para la comunidad por el promotor: (Denis Fotoy.)
- 3- Objetivo del proyecto
- 4- Imp. de la participación comunitaria para el proyecto
- 5- Presentación de cronograma de trabajo por (Morayra Altamirano)

Quedando como acuerdo de todos los líderes Comunitario su apoyo y compromisos para el logro de los objetivos presentados, así como también el Delegado de la Alcaldía Municipal de Tipitapa se compromete a apoyar en todo lo que este a su alcance por parte del DAC y

en nombre de los vice alcaldes Municipales de
Tipitapa.

Se acuerda, ratifica y firma en la comunidad
colonina Roque el día Veintidos de febrero de
año Dos mil Dos a las 2 pm. y finalizara
a las 4 pm.

EMA

Agostin Mejia
Coordinador del
Comite Auxiliar
Col. Roque.

Nelis Maria Laguna
Nelis Ma Laguna
Vice coordinadora
Consejo Escolar
Mixta Alfredo Roque.

Yolanda Madrigal

Yolanda Madrigal Q
Directora C/E.A.
Mixta Alfredo Roque



Noel Laguna

Noel Laguna
Vocal comite
Auxiliar Col.
Roque

Pedro Orozco

Pedro Orozco
Resp. comite
AQUA.

Margarita Tellez

Margarita Tellez
Rep. Iglesia
evangelica.

Mayra Altamirano

Mayra Altamirano

Javier Gomez

Javier Gomez
Tesorero comite
Auxiliar Col. Roque
Alvaro Lopez P.

Alvaro Lopez
Representante
Gobierno Estudiantil
Mixta Alfredo Roque.

Concepción Alaniz

Concepción Alaniz
Presidente. comite
Iglesia catolica.

Denis Potoy

ANEXO No. 4a

TALLER A LIDERES COMUNITARIOS

I. DATOS GENERALES:

Fecha: 26 de Febrero

Hora: 3-5 pm.

Metodología: Aprender haciendo

Local: Escuela Alfredo Roque

II. TEMA:

1. Presentación de participantes. (3:15/ 3:30)
2. Presentación de trabajo de investigación. (3:30/ 4:00)
3. El manual para proyectos de agua. (4:20/ 4:40)
4. Proyectos de agua con la participación de los beneficiarios. (4:40/ 5:00)

1. OBJETIVOS:

1. Explicar el proceso de investigación que se realizara en su comunidad.
2. Intercambiar ideas sobre la importancia del Manual para proyectos de agua.
3. compartir conocimientos sobre la importancia de los proyectos de agua.

IV. PROCEDIMIENTOS:

1. Presentación de participantes: Dinámica “ Te tiro la pelota.”
2. Presentación de trabajo de investigación: Facilitador-investigador explicará sobre el trabajo de investigación que se realizará en su comunidad y aclarará dudas.
3. Realizar dinámica: Lluvia de ideas, dar hoja de papel y lápiz, entregarla a los participantes para que respondan por grupos:
 - ¿Qué importancia tiene el agua para ustedes?
 - ¿Cuál creen es la intención del Manual para proyectos de agua?
4. Han oído hablar de Proyectos de agua con participación comunitaria?
 - Usando el método de conversación o diálogo motivarlos a hablar analizando su importancia.
 - Sugerir, que hablen con sus vecinos y familiares sobre la importancia de la participación comunitaria en los proyectos de agua y analizaremos sus respuestas el próximo día.

ANEXO No. 4b

TALLER PARA LA ELABORACIÓN DEL DIAGNOSTICO

DINAMICA: ANALISIS FODA, DUDAS Y ESPERANZAS

I. DATOS GENERALES:

Fecha: 5 de Marzo

Hora: 2-5 pm.

Metodología: Aprender haciendo - Acción, Reflexión, Acción.

Local: Escuela Alfredo Roque

II. TEMA:

1. Análisis FODA
2. Dudas y Esperanzas

III. OBJETIVOS:

1. Propiciar la reflexión sobre sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Principales Amenazas, alrededor de la problemática del agua.
2. Motivar a los comunitarios a que expresen sus principales Dudas y Esperanzas, sobre el posible proyecto de agua potable.

ANEXO No. 4c

INFORME DE RESULTADOS DE TALLER PARTICIPATIVO

FORTALEZAS

- Hay mayor cantidad de agua en otro lado.
- La Comunidad esta organizada y hay comité de agua.
- Se esta dando capacitación a líderes.
- Existe interés de toda la comunidad por resolver el problema del agua.

DEBILIDADES

- Pozo no abastece la comunidad
- Falta de recursos económicos.
- Falta de letrinas
- Deforestación
- Bomba de baja capacidad
- Tanque y tubería de baja capacidad
- Falta de mantenimiento al pozo y sistema.
- No se puede parar de trabajar ni un día al pozo.

OPORTUNIDADES

- Presencia de la Universidad con la Investigación.
- Gestión comunal.
- Realizar gestión con Organismos donantes.
- Proyectar Comunidad para dar a conocer nuestros problemas y necesidades.

AMENAZAS

- Cada día hay menos agua.
- Heces fecales al aire libre.
- Posible contaminación del agua.
- Que se queme la bomba por mucho uso.
- Pozo y sistema viejo y en malas condiciones.
- Animales que viven dentro del pozo (murciélagos).
- Que se den enfermedades provocadas por la calidad del agua.

ESPERANZAS:

- Pensar que se tendrá el líquido en la casa
- Los niños no tendrán peligro de ser golpeados por un vehículo.
- Tener un proyecto de agua, porque nos estamos organizando.
- Tener agua de buena calidad.
- Tener un nuevo pozo.
- Tener agua las 24 horas del día.
- No estar en los hoyos recogiendo agua.
- Que se lleve a efecto el proyecto del agua.

ANEXO No.4d

ENCUESTA A LIDERES COMUNITARIOS

La presente encuesta es parte del estudio que se realiza en la comunidad de Colonia Roque, Tipitapa, con el fin de lograr un proyecto de abastecimiento de agua con participación comunitaria este forma parte de la tesis de Maestría en Ciencias del Agua que se realiza en el Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA/UNAN-MANAGUA) bajo el apoyo de la Red-CARA. Por lo que solicitamos su valiosa colaboración, con sus respuestas estará brindando su apoyo solidario. ¡Gracias!

I. Datos generales de la comunidad:

- 1.1 Departamento: _____
- 1.2 Municipio: _____
- 1.3 Comunidad: _____
- 1.4 Limites: Norte: _____
Sur: _____
Este: _____
Oeste: _____
- 1.5 Extensión de la comunidad en Kilómetros cuadrados _____
- 1.6 Sectores en que esta dividido _____
- 1.7 Población total _____
- 1.8 Ciudad o poblado más próximo _____
- 1.9 Distancia de la cabecera departamental _____
- 1.10 Numero total de familias : _____
- 1.11 Numero de viviendas: _____
- 1.12 Promedio de personas por familia: _____
- 1.13 Propiedad de la casa
Propia _____ Alquilada _____ Familiar _____ Otro _____
- 1.14 No. De familias que han llegado a vivir del año pasado, al presente: _____
- 1.15 No. De familias que se han ido de la comunidad del año pasado al presente: _____

II. Historia y Cultura de la Comunidad

- 2.1 Tiempo de fundada la comunidad : _____ años
- 2.2 Describir como se fundo la comunidad:

2.3 Nombre los primeros pobladores de Colonia Roque _____

2.4 Celebran sus fiestas patronales? SI _____ NO _____

2.5 Si la respuesta es afirmativa, como y cuando la celebran _____

2.6 Cuáles son las tradiciones y costumbres de su comunidad?

2.7 Cómo se informan de las noticias que pasan en el país?

2.8Cuál es el programa de radio mas escuchado:_____

2.9 Qué deportes practican?

III.- Marcar con una x los servicios que hay en la comunidad:

Tipo de servicios que tiene la comunidad	Numero	Estado del servicio que recibe			No hay	Distancia
		Bueno	Regular	Malo		
Escuela						
Centro de Salud						
Letrinas						
Caminos						
Carretera						
Pozos						
Luz Eléctrica						
Campo Deportivo						
Parque						
Casa comunal						
Iglesia						
Teléfono						
Otro						

IV.- Situación Educativa:

4.1.- Número de escuelas en la comunidad

4.2.-Número de aulas por escuela

4.3.-Estado físico de la escuela:

Techo_____Paredes_____Piso_____

4.4-Letrina en la escuela:

Si___No___Cuantas___Techo___Paredes___Piso___Puertas___

4.5.-Grados que atienden las escuelas:_____

4.6.- Cantidad de niños que asisten por grado:_____

4.7.- Número de maestros que son de la comunidad:_____

4.9.-Sabe si hay personas que no saben leer ni escribir en la comunidad?

Si_____No_____

Hombres_____Mujeres_____Total_____NS/NC_____

4.10.- Se retiran los niños de la escuela antes de finalizar el año? Si___No___

4.11- Sabe las causas?_____

4.12.- Hay programas de alfabetización en/o en la comunidad vecina?Si___No___

4.13.-Hay necesidad en la comunidad de alfabetización:_____

4.14.-Conoce que organismos realizan alfabetización en la zona?_____

4.15.-Enumere los problemas que Ud cree que hay en la comunidad en relación a la educación:

V. Situación de Salud

(Dirigido al MINSA en el Puesto de Salud o Centro de Salud, Comité de Salud, Líder de Salud, o Líder Comunal):

5.1.- Cuantos Centros de Salud: o Puestos de Salud hay en la comunidad? ____

5.2.- Tipo de atención que brindan: _____

5.3.- Estado Físico de la infraestructura del Centro o Puesto de Salud

Techo _____ Piso _____

Paredes _____ Puertas _____

5.4.-Sabe de que se enferman más los niños

5.5.-Sabe de que se enferman más los adultos

5.6.-Cantidad de niños que fallecieron en el año 2001 (causas) _____

5.7.-Cantidad de adultos que fallecieron en el año 2001 (causas) _____

5.8.-Hay comité de salud y/o brigadistas de salud en la comunidad _____

Puede ubicarlos y nombrarlos

5.9.-Hay programas de higiene domiciliar Si _____ No _____

5.10.-Hay programas contra la malaria Si _____ No _____

5.11.-Hay programas de Salud materna Si _____ No _____

5.12.-Hay parteras _____ Cuántas _____

Vive en la comunidad _____ Años de servicio _____

5.13.-Donde acuden las mujeres cuando van a tener un niño _____

5.14.-Otros programas (identificarlos)

5.15.-Llevan el control de inmunización en los niños A cuantos _____

5.16.-Alimentación de niños desde que nace hasta los seis años _____

5.17.-Hay familias que practican la medicina natural? _____ Cuántas _____

5.18.-Hay curandero o naturista que les ayude cuando se enferman? _____

5.19.-Vive en la comunidad? _____ Donde _____

5.20.-Identifique los principales problemas de salud en la comunidad

VI.-Agua/Letrina

6.1.- Número de letrinas en la comunidad _____

Techo _____ Piso _____ Tapa _____ Puerta _____

6.2.-Cuántas familias usan su letrina? _____ Hay familias que no usan letrinas _____

6.3.-Conoce las causas por las que no usan letrinas _____

6.4.-Conoce de problemas en el uso de las letrinas? _____

6.5.-Hay pozos en la comunidad? _____ Cuántos _____ Son comunales o privados _____

6.6-Número de familias que se abastecen de los pozos _____

6.7.-Familias que poseen pozos individuales _____

6.8.-Desde hace cuando tienen pozos _____

6.9.-Tratamiento que le dan a los pozos_____ frecuencia_____

6.10.-Cada cuanto tiempo limpia el pozo_____ cómo lo hacen_____

6.11.-Cantidad de pozos que se secan en el verano_____

6.12.-Los pozos tienen tapa_____techo_____brocal_____pila_____

tubería_____delantal impermeable_____sello sanitario_____cubo y

mecate propio_____cubo y mecate comunal_____protegido de los

animales_____protegidos de los usuarios_____

6.13.-Uso del agua:_____

6.14.-Conoce si hay problemas con relación con el abastecimiento de agua?_____

6.15.-Conoce la ubicación del basurero en la comunidad? Si_____No_____

6.16.- Como desechan la basura en las casas?_____

6.17.- Ubique en el mapa que elaboró, donde están las letrinas, pozos, quebradas, fuentes, manantiales y basureros.

VII. -Viviendas/Caminos

7.1.-Número de viviendas_____ Número de familias sin viviendas_____

7.2.- Describir el material de que están construidas las viviendas_____

7.3.-Como esta dividida la vivienda_____

Tiene áreas verdes, patio, potreros, etc?_____

7.4.-Describa si hay problemas en relación con la vivienda_____

Vías de acceso a la comunidad

7.5.-Describa la situación de caminos, trochas y carretera principal para el acceso a la comunidad_____

7.6.-Distancia de caminos transitados por vehículos_____

VIII. Medio Ambiente:

8.1.-Árboles y plantas mas útiles de la comunidad y como los aprovechan_____

8.2.-Señale las especies de animales que benefician a la comunidad_____

IX. Producción:

9.1.-Número de familias que poseen tierra _____

De 1 a 5 manzanas_____ De 5 a 10 manzanas_____

De 10 a 20 Manzanas_____ De 20 a 40 manzanas _____

De 40 a 50 manzanas_____ De 50 manzanas a más _____

9.2. -Actividad agrícola

Rubro: _ Manzanas sembradas, Numero de familias, Prod/manzana, Técnicas utilizadas

Principales actividades económicas de la comunidad:

- Maíz_____
- Frijoles_____
- Tabaco_____
- Cítricos_____
- Tubérculos_____
- Hortalizas_____
- Chagüites_____
- Otros_____

9.3.- Describa los cambios de fertilidad la tierra que han ocurrido en los últimos 20 años:_____

9.4.-Número de productores que realizan conservación de suelo_____

9.5.-Tipos de métodos de conservación de suelos más usuales:_____

9.6.-Cantidad de familias que salen fuera de la zona a sembrar:_____

9.7.-Nombre los ONG o instituciones del gobierno que apoyan la producción:_____

9.8.-ONG o del gobierno que les dan créditos_____

9.9.-Numero de mujeres que realizan actividades agrícolas_____

9.10.-Identifique los problemas que enfrentan con la producción en su comunidad_____

9.11.-Cuántos productores en su comunidad poseen sistema de riego:_____

9.12.-Que tipo de riego utilizan y su fuente de abastecimiento:_____

9.13.-Nombre de los productores y cooperativas que utilizan riego_____

9.14.-Cuántas manzanas siembran con riego y el tipo de cultivo irrigado_____

9.15.-Cual es el rendimiento por manzana de cultivos irrigados:_____

X. ORGANIZACIÓN CON INSTITUCIONES

10.1.- Organismos e instituciones que trabajan en la comunidad

No._____Nombre de Instituciones_____Número de familias_____

Acciones específicas:_____

10.2.-Nombres y cargos de los líderes comunales

Nombre y apellido_____

Comité de trabajo_____

Acciones que realizan_____

Nombre del Líder que brindo la información_____

7.7.- Elabore un mapa y ubique las viviendas, caminos y el uso actual de la tierra

Fecha:_____ **Nombre del entrevistador:**_____

ANEXO No. 5a

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS ACUATICOS
CIRA UNAN - MANAGUA
MAESTRIA EN CIENCIAS DEL AGUA 2002

INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN
ZONAS RURALES

FECHA: ____/____/____

DATOS GENERALES:

- Departamento: _____
- Municipio: _____
- Localidad: _____
- Ubicación del pozo _____
- Coordenadas N: _____ E: _____
- La población abastecida: _____ No. de viviendas: _____
- No. de localidades abastecidas: _____
- No. de pozo: _____ Profundidad Total _____ NEA _____
Conductividad _____ Temperatura _____
- PH _____ Cloro Residual _____
- No. de conexiones: _____

1. Tipo de servicio:

_____ público _____ privado _____ comunitario _ cooperativa _ otros

2. Tipo de fuente:

___ pozo perforado ___ pozo excavado ___ río ___ manantial ___ otros

3. El servicio de agua fue financiado por:

_____ ENACAL _____ Participac. comunitaria _____ Apoyo internacional
_____ ONG'S _____ Alcaldía _____ Préstamo a comunidad _____ Otros

4. La fuente es propiedad de: ___ La Alcaldía ___ Privado _____ Cooperativa

_____ Comunidad _____ ENACAL _ Otros

5. Usos de la fuente de agua: _____ Consumo humano ___ Abrevadero

___ Riego _____ Solo en verano _____ Ninguno _____ Otros.

6. Si su fuente de agua es pozo, responde a las siguientes preguntas =

Tiempo de construcción: _____ Tiempo de explotación: _____

7. Tipo de pozo: _____ Excavado _____ Perforado

8. El pozo tiene: _____ Condiciones

_____ Sello sanitario _____

____ Brocal _____
____ Tapa _____

9. El pozo posee bomba: Si ____ No ____

10. Tipo de bomba:

____ Mecate
____ Eléctrica
____ Aérea
____ N/C N/S

11. La bomba tiene capacidad adecuada: Si ____ No ____

12. La bomba tiene mantenimiento: SI ____ No ____

13. Se realiza monitoreo de inspección sanitaria: Si ____ No ____

14. Por quiénes? ____ Salud
 ____ Comité de Agua
 ____ ENACAL
 ____ Alcaldía

15. Recibe atención de ENACAL:

Si ____ No ____

Si la respuesta es positiva, diga cada cuanto tiempo _____

16. La protección de la fuente es:

____ Buena
____ Regular
____ Deficiente

17. El mantenimiento esta relacionado con el tiempo de explotación

Si ____ No ____

18. La fuente de agua tiene:

____ Fallas en el diseño o población técnica
____ Problemas en el abastecimiento a la población
____ Problemas de accesibilidad a la población
____ Aparenta problemas de calidad de agua
____ Problemas de cobertura

19. Existe comité de agua: Si ____ No ____

Comité de agua:

____ Da mantenimiento a la fuente
____ Hay dificultades de gestión
____ Tiene herramientas para el mantenimiento

La conducción del agua se da:

- ☐ Por gravedad
- ☐ Por bombeo
- ☐ Se toma directamente

La población tiene un abastecimiento:

- ☐ Continuo
- ☐ Discontinuo
- ☐ Nulo

La calidad del servicio en tiempo es:

- ☐ Horas en zona alta
- ☐ Horas en zona baja

El agua recibe tratamiento: Si ☐ No ☐

El tratamiento que recibe el agua:

- ☐ Se clora
- ☐ Se hierve
- ☐ Se filtra
- ☐ No recibe
- ☐ N/s N/c

25. Se dan fugas en el sistema de agua:

- ☐ Del pozo al tanque
- ☐ Del tanque al tubo madre
- ☐ En la ruta de la tubería
- ☐ En tanque de almacenamiento
- ☐ En válvulas o llaves

26. Hay tanque: Si ☐ No ☐

27. La Capacidad de almacenamiento del tanque es de: _____

28. Volumen de Agua que se utiliza para abastecer a la población ____

. Problemas visualizados:

	Bueno	Regular	Malo
• Brocal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Tapa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Válvulas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Llaves	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- El área circundante está limpia: Si ____ No ____
- En el área circundante se encuentran animales doméstico Si ____ No ____
- El área circundante está arborizada: Si ____ No ____
- En el área circundante hay peligro de contaminación: Si ____ No ____

29. Si la respuesta es si, con que frecuencia y el tipo de mantenimiento

30. Se brinda mantenimiento al pozo: Sí ____ No ____

31. Por medio de fontaneros capacitados: Si ____ No ____

32. Se tienen herramientas para resolver probl. técnicos Sí ____ No ____

33. El pozo se lava:

- _____ Cada tres meses
- _____ Cada seis meses
- _____ Cada año
- _____ No se lava

35. Hay presión continua a lo largo del sistema: Si ____ No ____

36. El cubo y cuerda del pozo son:

- _____ Comunal De uso comunal
- _____ Privado

37. Ubicación del pozo:

- _____ Metros de la letrina
- _____ Metros de la vivienda
- _____ Metros del basurero
- _____ Metros de la letrina del vecino
- _____ Metros del lavadero
- _____ Metros del baño

38. Se cobra el servicio del agua: Si ____ No ____

39. Cuánto se paga por el servicio de agua?

Elaborado por: Mayra E. Altamirano C.

ANEXO No. 5b

Tabla Resultados de Inventario de fuentes de agua

Localidad	Poblac	Viviendas	Propiedad	Tipo de fuent	Prof. Total	NEA	Conductiv	Temperat	Ph	Elevac	Este	Norte
Colonia Roque	717	160	Comunidad	PE-07	39.64m	36	447	31.8	7.1	76	602438	1358506
Chilamatillo		1	Fco. Mayorga	PE-08	38.5	36.27	461	30.8	7.08	76	601953	1357370
Col.Agric. Sn B			Raymundo M	PE-09	23.39	21	529	30.2	7.46	76	600938	1361492
Col.Agric. Sn B		4	Julia Calero	PE-10	31.69	21	472	31.5	7.29	65	600907	1361423
Col.Agric. Sn B			Ofilio Valle	PE-11	28.29	20	547	30.5	7.53	65	600764	1361404
Col.Agric. Sn B			Julio Reyes	PE-12	23.89	19	635	31.5	7.7	74	600638	1361789
Col.Agric. Sn B			Juan Silva	PE-13	22.39	20	539	31	7.02	74	600516	1361774
Col.Agric. Sn B			Guillermo M	PE-14	23	15	756	29.2	7.19	65	600468	1361539
Col.Agric. Sn B			Felipe Z	PE-15	14	11	650	28.4	7.22	72	600241	1361902
Col.Agric. Sn B			Clemente Z	PE-16	19	15	1069	29.9	7.09	62	599589	1360796
Col.Agric. Sn B		1	Leonel A	PE-17	19.17	16	558	29.4	7.24	74	599652	1360993
Col.Agric. Sn B		1	Zotero O	PE-18	20	17	494	30.6	7.31	76	599787	1361064
Col.Agric. Sn B		1	Hans Tremino	PE-19	19.24	16	605	30.1	7.2	75	599730	1361180
Col.Agric. Sn B		1	Macario P	PE-20	14.42	12	657	28.7	7.7	60	600003	1361833
Col.Agric. Sn B		1	Jose Lanuz	PE-21	17.22	15	728	30.8	7	67	599856	1361927
Col.Agric. Sn B		1	Denis G	PE-22	11.12	7	1641	30.4	7.06	51	590019	1362294
Col.Agric. Sn B		1	Rafael O	PE-23	5	4	1900	28.4	7.18	46	598377	1362578
Col.Agric. Sn B			Rafael O	PE-24	7.5	3.4	1700	28.1	7.15	54	598377	1362763
Col.Agric. Sn B		1	Jose Musalen	PE-25	5.3	2	1600	26.2	7.86	48	597636	1361552
Col.Agric. Sn B	12	1	Ciriaco Diaz	PE-26	8.92	4	1781	28.5	7.23	46	598688	1362585
Hacienda Belén		4	Jose Musalen	PE-27	39.65	32	482	31.8	7.01	71	602537	1358782
Col.Agric. Sn B			sin nombre	PE-28		48.05	450	35.2	5	74	599558	1361988
Col.Agric. Sn B			Mario Meza	PE-29	15	13	584	29.8	7.6	75	600274	1361841
Col.Agric. Sn B			Octavio H	PE-30	23	22	532	30	7.8	58	601302	1361380
Col.Agric. Sn B	15	1	Arcadia A	PE-31	27	25	535	30.6	7.5	88	661372	1361242
Col.Agric. Sn B			Orlando M	PE-32	28	24	535	31.1	7.8	88	601624	13611873
Col. Agric Sn.B		14	Larry Robleto	PE-33	22	19	497	29.4	7.5	78	600920	1359706

Col.Agric. Sn B	12	1	Francisco Art	PE-34	21	19.5	570	29.4	7.5	65	600745	1360923
Col.Agric. Sn B			Alejandro Flo	PE-35	25	24	475	30.2	7.5	65	600118	13600537
El Trescientos	15	1	Coco Saravia	PE-36	18	16	815	30.9	7.2	63	600550	1360405
El Trescientos		1	Jose musal	PE-37	13	9	823	29.8	7.3	51	598578	1361583
El Trescientos	12	1	Armando V	PE-38	32	31	520	28.8	7.4	74	602733	1358903
El Trescientos	Finca	1	Benjamin S	PE-39	18.8	16.57	722	29.2	7.4	74	600514	1361583
Col.Agric. Sn B		1	Jose Vargas	PE-40	23	19	583	29.9	7.4	63	600773	1361096
Col.Agric. Sn B	15	1	Domingo Rob	PE-41	26	23	634	30.9	7.2	65	600835	1360735
Col.Agric Sn B			Jose Santana	PE-42	21.75	19	497	29.3	7.8	62	600920	1361096
Papalote			Abel Reyes	PE-43	28.42	26	512	29.4	7.7	83	602721	1360924
Sn.Benito Agr				PE-44	17	15	583	29.4	7.7	71	600773	1361096
Sn.Benito Agr			Indavinsa	PP-01	91.44	30.17	464	29.4	7.39	71	602182	1358500
Col. Roque	Plantel	14	Agroinsa	PP-O2			455	30.4	7.13	74	602275	1358074
La Florida		Industria	Comunidad	PP-03	65.5m	39	450	30.8	7.32	78	602041	1357558
Chilamatillo	1200		Comunidad	PP-04		39	323	30.6	7.4	92	607679	1356889
Los Laureles	2280	165	Comunidad	PP-05	109.72m	34	459	33.1	7.6	74	602620	1350565
Sn Benito	6680	300	Comunidad	PP-06	54	36	473	32	7.8	76	602254	1360800
Penjamo(Pollera)		668	Jose Castillo	PP-07			458	32.1	7.6	83	602561	1359317
Chilamatillo			Alfredo R	PP-08			464	27.2	7.55	76	601613	1357447
Col. Roque			Concepcion R	PE-01	38.5	34.54	447	32	135	117		
Col. Roque	15		Estanislao O	PE-02	38.7	35.7	419	31.6	7.44	101		
Col. Roque		1	Alejandra R	PE-03	36.2	34	432	31.2	7.34	82		
Col. Roque		7	Tania A	PE-04	35.5	32.51	418	31.7	7.41			
Col. Roque			Javier Gomez	PE-05	35.38	37.19	4.44	31	7.28	96		
Col. Roque		3	Ana Davila	PE-06	34.24	32.7	4.61	30	7.3	87		
Laguna				FA-53			282	29.7	9	117	605475	1358176
Efluente				FA-54			1133	31.6	4	101	601502	1358869
Lago Xolotlán							1775	30.5	7.4	45		

ANEXO No.6

PRUEBA DE INFILTRACIÓN METODO DE PORCHET

UBICACIÓN: Hacienda San Martin P 1

Fecha: 18/05/02

diam. 0.3 mts

prof. de ref. 0.4 mts

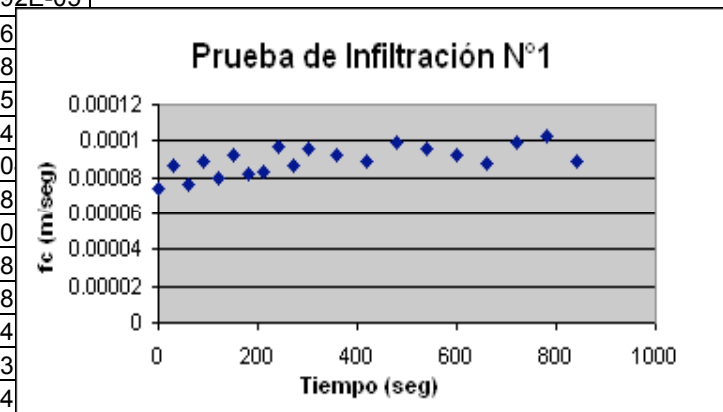
Coordenadas N:1356957 E:607164

Elevacion 125 msnm

tiempo s h fc

Hora de inicio 12:29 p.m.

tiempo seg.	s refer. mts	h prof. fondo mts	fc mts/seg.
0	0	0.4	
30	0.007	0.393	7.42325E-05
60	0.015	0.385	8.6209E-05
90	0.022	0.378	7.66718E-05
120	0.03	0.37	8.90892E-05
150	0.037	0.363	7.9276
180	0.045	0.355	9.2168
210	0.052	0.348	8.2065
240	0.059	0.341	8.3434
270	0.067	0.333	9.7090
300	0.074	0.326	8.6528
360	0.089	0.311	9.5310
420	0.103	0.297	9.2358
480	0.116	0.284	8.8928
540	0.13	0.27	9.9444
600	0.143	0.257	9.6023
660	0.155	0.245	9.2034
720	0.166	0.234	8.74493E-05
780	0.178	0.222	9.90228E-05
840	0.19	0.21	0.000103107
900	0.2	0.2	8.92952E-05



ANEXO No. 7

Textura y Propiedades del suelo

TEXTURA DEL SUELO	FILTRACIÓN y PERMEABILIDAD (cm/hr)	TOTAL ESPACIO POROSO % n	PESO ESPECIFICO APARENTE Pa	CAPACIDAD DE CAMPO % Wc	MARCHITEZ PERMANENTE % Wm	HUMEDAD TOTAL UTILIZABLE 2		
						PESO SECO %	VOLUMEN %	cm/m
Arenoso	5 (2.5 – 25.2)	38 (32 – 42)	1.65 (1.55 – 1.80)	9 (6 – 12)	4 (2 – 6)	5 (4 – 6)	8 (6 – 10)	8 (7 – 10)
Franco arenoso	2.5 (1.3 – 7.6)	43 (40 – 47)	1.5 (1.4 – 1.6)	14 (10 – 18)	6 (4 – 8)	8 (6 – 10)	12 (9 – 15)	12 (9 – 15)
Franco	1.3 (0.8 – 2.0)	47 (43 – 49)	1.40 (1.35 – 1.50)	22 (18 – 26)	10 (8 – 12)	12 (10 – 14)	17 (14 – 20)	17 (14 – 19)
Franco arcilloso	0.8 (0.25 – 1.50)	49 (47 – 51)	1.35 (1.30 – 1.40)	27 (23 – 31)	13 (11 – 15)	14 (12 – 16)	19 (16 – 22)	19 (17 – 22)
Arcilloso arenoso	0.25 (0.03 – 0.50)	51 (49 – 53)	1.30 (1.25 – 1.35)	31 (27 – 35)	15 (13 – 17)	16 (14 – 18)	21 (18 – 23)	23 (18 – 23)
Arcilloso	0.5 (0.01 – 0.1)	53 (51 – 55)	1.25 (1.20 – 1.30)	35 (31 – 39)	17 (15 – 19)	18 (16 – 20)	23 (20 – 25)	23 (20 – 25)

Tomado de : Aprovechamiento y modelos de agua subterráneas. Por Amisial y Jegat, Banco de programas, CIDIAT.

Nota: Los intervalos normales son consignados entra paréntesis

1.- Los intervalos filtración real varían mucho con la estructura del suelo y su estabilidad estructura, incluso; aún más de lo indicado en cada columna.

2.- La humedad fácilmente utilizable representa un 75% de la totalmente utilizable.

ANEXO No. 8

DESCRIPCION SINOPTICA DE LA ZONIFICACION DE CULTIVOS

CULTIVO	ZONA CLIMÁTICA	UNIDADES DE CLASE DE PENDIENTE	AGROECOLÓGICAS GRUPOS DE PERFILES	CLASE DE APTITUD	CUALIDADES O LIMITACIONES	
C	B	d, e, f	1, 1e, 1me, 2me, 2mee, 2mTe	BUENA	Distribución de lluvias muy estacionales	
	C	a, b, c, d, e, f	1, 1e, 1ee, 1Te, 1Te, 1mee, 1mTe, 2e, 2e, 2Te, 2Te, 2me, 2mee, 3e, 3e, 3e, 4e, 4e, 6e, 6e, 6e, 6e	MODERADA	Igual, más ligeras, limitaciones térmicas	
	B	C	c, d, e, ff	1, 1e, 1ee, 1Te, 1Te, 1mee, 1mTe, 2e, 2e, 2Te, 2Te, 2me, 2mee, 3e, 3e, 3e, 4e, 4e, 6e, 6e, 6e, 6e	REGULAR	Suelos poco profundos y/o fuertemente erosionados
	F	a, b, c, d, e	1, 1e, 1ee, 1mTe, 2e, 2e, 2Te, 2Te, 2me, 2mee, 3e, 3e, 3e, 4e, 4e, 6e, 6e, 6e, 6e	REGULAR	Suelos poco profundos y/o fuertemente erosionados y temperaturas cálidas	
	E	B	C	c, d, e, ff	1, 1e, 1ee, 2e, 2e, 2Te, 2Te, 2e,	

MAPA AGRO-ECOLOGICO
REGION III
(Departamento de Managua)

AUTOR: EDUARDO MARIN C. Ing. Edafólogo	ASISTENTES EDAFOLOGOS: Ing. ERWING GARCIA Agr. FELIPE ORTIZ M.	DIBUJO: GONZALO BOMILL
--	--	---------------------------

AGENCIA FINLANDESA PARA EL DESARROLLO
(FINNIDA)

ESCALA: 1:50,000 / 1 cm = 500 metros
1000m. 500 0 1 2Km.

FECHA: ENERO, 1992

Cont. DESCRIPCION SINOPTICA DE LA ZONIFICACION DE CULTIVOS

CULTIVO					
CULTIVO	UNIDADES AGROECOLÓGICAS		CLASE DE APETITU	CUALIDADES O LIMITACIONES	
	ZONA CLIMÁTICA	CLASE DE PENDIENTE			
Cajon Ajojolil	M	D, B, C	Los mismos grupos del sargo.	MODERADA	Fuertes limitaciones climáticas por lluvias irregulares y conciso severo.
		Todos los grupos con profundidades menores de 40 cm y severamente erosionados con drenaje imperfecto.	MARGINAL	Igual, más suelos poco profundos superficiales o con drenaje impedido.	

I ZONAS CLIMATICAS

SIMBOLO	ZONAS CLIMATICAS	MARCO CLIMATICO *			PERIODO CANICULA
		ELEVACION m. s. n. m. ⁽¹⁾	T. M. A °C ⁽²⁾	P. M. A mm ⁽³⁾	
B	3Dd	500-1000	22-24	1500-1700	Benigno
C	2Ed	400-500	22-24	1300-1500	Benigno
K	1Fe	<200	26-27	1200-1300	Definido
F	2Fe	200-400	24-26	1000-1200	Definido
G	2Fg	200-500	24-26	800-1000	Severo
M	1Fg	<200	27-29	800-1000	Severo

FUENTE: E. Merin. Metodología de Zonas Climáticas, Modificado 1989.

* 1: m.s.n.m. = metros sobre el nivel del mar
2: T.M.A./°C = temperatura media anual en grados centígrados
3: P.M.A./mm = precipitación medio anual en milímetros

II TOPOGRAFIA

SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS	PENDIENTES
a	Plano	0 - 1.5
b	Ligeramente ondulado o Ligeramente inclinado	1.5 - 4
c	Moderadamente ondulado o inclinado	4 - 8
d	Fuertemente ondulado o inclinado	8 - 15
e	Moderadamente escarpado	15 - 30
f	Escarpado	30 - 50
ff	Muy escarpado	50 - 75
g	Precipicio	+ de 75

III GRUPOS DE PERFILES (Características Generales)

GRUPO DE PERFIL	PROFUND. EFECTIV (cm)	N. TEXTURAS		DRENAJE INTERNO	GRADO DE ESTRUCT.	FERTILIDAD APARENTE (CIC)
		SUPERF.	SUBSUEL.			
1	100	Fa-F-FL	F-FL-FA	Bueno	Bueno	Alta
2	100	FA	FA-A	Bueno	Bueno	Alta
3	100	Fa	Fa	Bueno	Bueno	Alta
4	100	Fa	Fa	Moderadamente excesivo	Moderado	Media
5	100	aF	aF	Excesivo	Debil	Baja
6	100	A	A	Bueno	Bueno	Alta
7	100	Ap	Ap	Moderado	Deficiente	Alta

* Franco	= F	Arenoso	= a
Arcilloso	= A	pesado	= p
Limoso	= L		

MODIFICADORES DEL USO (Limitaciones)

- m = Suelos moderadamente profundos (60-90 cm)
- f = Suelos poco profundos (40-60 cm)
- s = Suelos superficiales (25-40 cm)
- x = Suelos muy superficiales (menos de 25 cm)
- e = Erosión hídrica moderada
- ee = Erosión hídrica fuerte
- E = Erosión hídrica severa
- d = Drenaje interno moderado
- w = Drenaje interno imperfecto
- t = Taludete fracturado a mediana profundidad (40-60 cm)
- tt = Taludete fracturado a poca profundidad (25-40 cm)
- T = Taludete continuo y limitante
- p = Abundantes piedras en la superficie
- P = Abundantes piedras en la superficie y el perfil
- i = Encarcamientos pasajeros (periodos inundaciones)
- ii = Encarcamientos prolongados o inundaciones
- G = Gases volcánicos
- A1 = Levemente alcalino (menos de 10% de PSI)
- A2 = Moderadamente alcalino (10-20% de PSI)
- A3 = Fuertemente alcalino (20-30% de PSI)
- S1 = Salinidad leve (conductividad 2-4)
- S2 = Salinidad moderada (conductividad 4-8)
- S3 = Salinidad fuerte (conductividad 8-12)

PSI = Porciento de Sodio Intercambiable

VIDA SILVESTRE

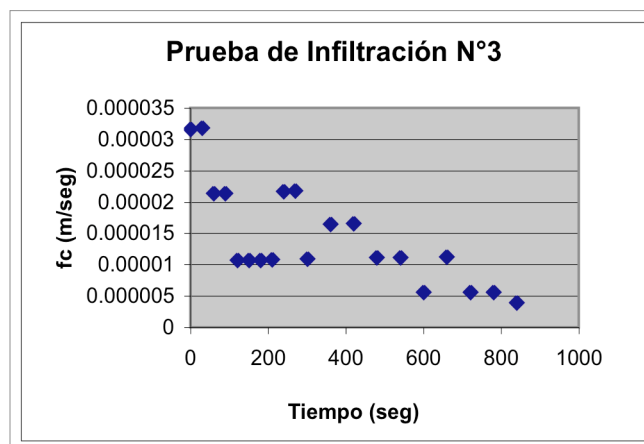
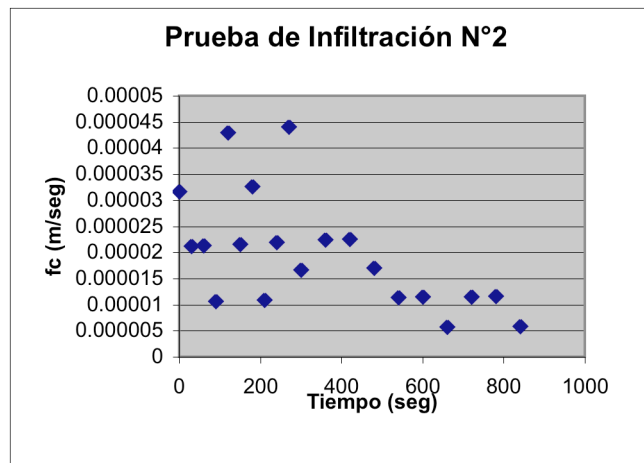
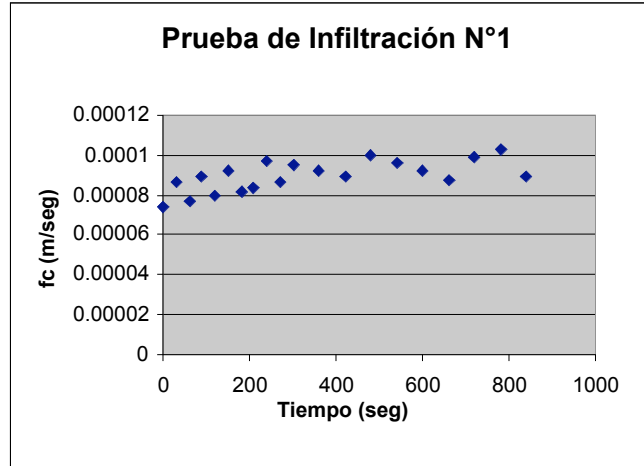
Py = Playas arenosas
S = Estuarios de agua salada
Sa = Estuarios de agua dulce
Lv = Coladas de Lava

(Ejemplo) SIMBOLOGIA

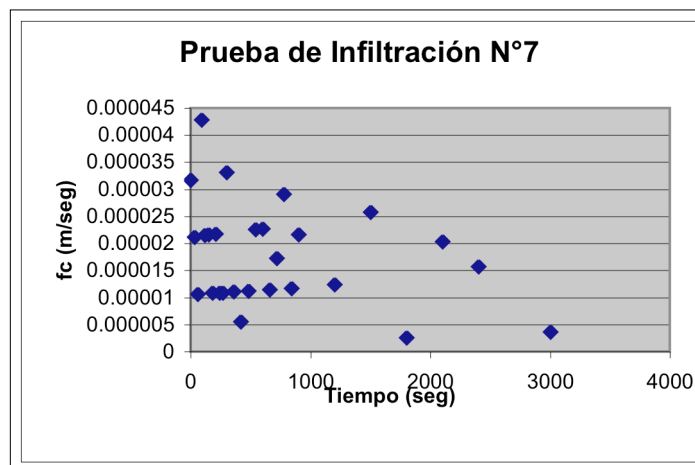
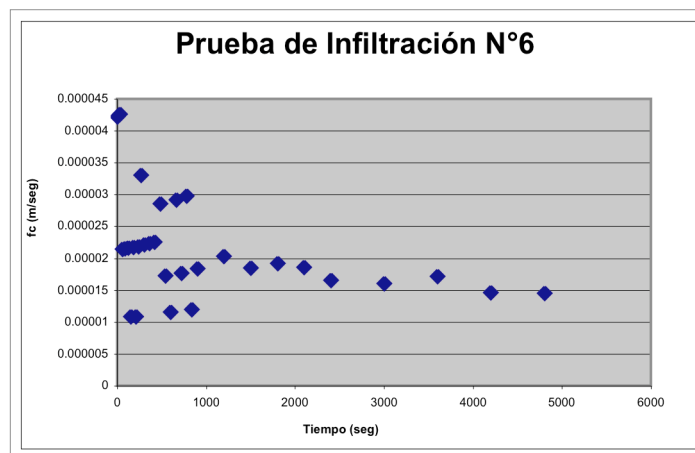
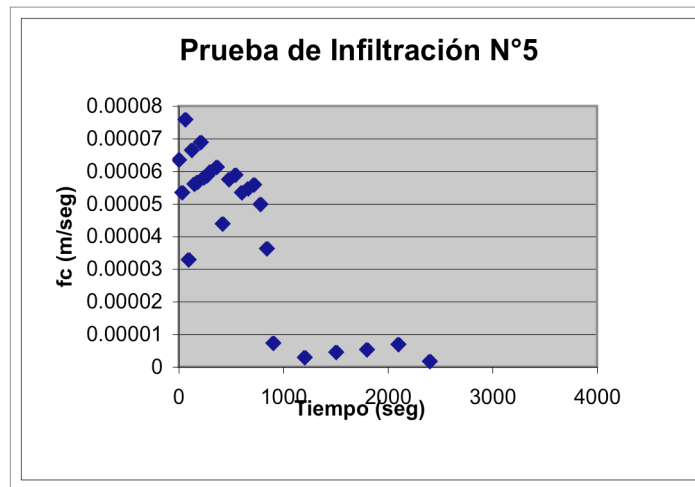


ANEXO No. 9

Pruebas de Infiltración Microcuenca de Colonia Roque



Pruebas de Infiltración Microcuenca de Colonia Roque



Anexo No. 10a

Balance Hídrico de Suelo Zona I

BALANCE HIDRICO DE SUELOS		
Zona de Estudio:	Colonia Roque Zona 1	
Fecha:		
Textura de Suelo:	Franco-arcilloso	
Simbología:	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>fc: Capacidad de Infiltración.</p> <p>I: Infiltración.</p> <p>CC: Capacidad de Campo.</p> <p>PM: Punto de Marchitez.</p> <p>PR: Profundidad de Raíces.</p> <p>RAD (CC-PM): Rango de Agua Disponible.</p> <p>DS: Densidad de Suelo.</p> </div> <div> <p>P: Precipitación Media Mensual.</p> <p>Pi: Precipitación que infiltra.</p> <p>ESC: Escorrentía Superficial</p> <p>ETP: Evapotranspiración Potencial.</p> <p>ETR: Evapotranspiración Real.</p> <p>HSi: Humedad de Suelo Inicial.</p> <p>HD: Humedad Disponible</p> <p>HSf: Humedad de Suelo Final.</p> <p>DCC: Déficit de Capacidad de Campo.</p> <p>Rp: Recarga Potencial</p> <p>ND: Necesidad de Riego.</p> </div> </div>	
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>fc (mm/d): 790.25</p> <p>I (%): 0.91914</p> <p>DS (g/cm³): 1.35</p> <p>PR (mm): 1800</p> <p>HSi (mm): 315.9</p> </div> <div> <p>(%) (mm)</p> <p>CC 27 656.1</p> <p>PM 13 315.9</p> <p>RAD 14 340.2</p> </div> </div>	

Concepto	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Total
P (mm)	2.36	12.8	150.7	177.3	125.5	150.6	213.4	202.9	55	7	2.83	10.1	1110
Pi (mm)	2.16917	11.76	138.514	162.963	115.35	138.4	196.1	186.5	50.55	6.434	2.6012	9.2833	1020.69
ESC (mm)	0.19083	1.035	12.1858	14.3367	10.148	12.18	17.26	16.41	4.447	0.566	0.2288	0.8167	89.7954
ETP (mm)	88	102.7	94.4	82	78	76	72.18	82	75	85	93	95	1023.28
HSi (mm)	315.9	317.6	326.261	432.438	541.12	592.9	655.5	656.1	656.1	636.07	577.21	523.16	
HD (mm)	2.16917	13.49	148.875	279.501	340.57	415.5	535.7	526.7	390.8	326.6	263.91	216.54	
ETR (mm)	0.44579	3.128	32.3373	54.2849	63.521	75.87	72.18	82	70.58	65.29	56.657	47.269	
HSf (mm)	317.623	326.3	432.438	541.116	592.95	655.5	656.1	656.1	636.1	577.21	523.16	485.17	
DCC (mm)	338.477	329.8	223.662	114.984	63.153	0.597	0	0	20.03	78.887	132.94	170.93	
Rp (mm)	0	0	0	0	0	0	123.4	104.5	0	0	0	0	227.861
NR (mm)	426.031	429.4	285.725	142.699	77.632	0.73	0	0	24.45	98.597	169.29	218.66	1873.22

Balance Hídrico de Suelo Zona II

BALANCE HIDRICO DE SUELOS													
Zona de Estudio:	Colonia Roque Quebrada La Escuela Punto No. 5												
Fecha:													
Textura de Suelo:	Franco Arcilloso												
Simbología:	fc: Capacidad de Infiltración.						P: Precipitación Media Mensual.						
	I: Infiltración.						Pi: Precipitación que infiltra.						
	CC: Capacidad de Campo. ón						ESC: Escorrentía Superficial						
	PM: Punto de Marchitez.						ETP: Evapotranspiración Potencial.						
	PR: Profundidad de Raíces.						ETR: Evapotranspiración Real.						
	RAD (CC-PM): Rango de Agua Disponible.						HSi: Humedad de Suelo Inicial.						
	DS: Densidad de Suelo.						HD: Humedad Disponible.						
							HSf: Humedad de Suelo Final.						
							DCC: Déficit de Capacidad de Campo.						
							Rp: Recarga Potencial						
						NR: Necesidad de Riego.							
fc (mm/d):						340.57		(%)		(mm)			
I (%):						0.75		CC	27.00	729.00			
DS (g/cm3):						1.35		PM	13.00	351.00			
PR (mm):						2000.00		RAD	14.00	378.00			
HSi (mm):						351.00							
Concepto	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Total
P (mm)	2.36	12.80	150.70	177.30	125.50	150.60	213.40	202.90	55.00	7.00	2.83	10.10	1110.00
Pi (mm)	1.76	9.54	112.34	132.17	93.55	112.27	159.08	151.25	41.00	5.22	2.11	7.53	827.82
ESC (mm)	0.60	3.26	38.36	45.13	31.95	38.33	54.32	51.65	14.00	1.78	0.72	2.57	282.67
ETP (mm)	88.00	102.70	94.40	82.00	78.00	76.00	72.18	82.00	75.00	85.00	93.00	95.00	1023.28
HSi (mm)	351.00	352.43	359.63	447.79	539.15	584.51	638.90	726.31	729.00	700.63	640.70	585.19	
HD (mm)	1.76	10.97	120.97	228.96	281.70	345.78	446.98	526.56	419.00	354.85	291.81		
ETR (mm)	0.33	2.34	24.17	40.81	48.19	57.88	71.67	82.00	69.37	65.14	57.62	0.00	
HSf (mm)	352.43	359.63	447.79	539.15	584.51	638.90	726.31	729.00	700.63	640.70	585.19	351.00	
DCC (mm)	376.57	369.37	281.21	189.85	144.49	90.10	2.69	0.00	28.37	88.30	143.81	378.00	
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.56	0.00	0.00	0.00	0.00	66.56
NR (mm)	464.24	469.73	351.43	231.04	174.30	108.22	3.20	0.00	34.00	108.15	179.19	231.28	2354.79

Anexo No. 11a

Análisis de Pruebas de bombeo

Waterloo Hydrogeologic
180 Columbia St. W.
Waterloo, Ontario, Canada
ph. (519) 746-1798

Pumping test analysis
Recovery method after
THEIS & JACOB
Confined aquifer

Date: 03.05.2002 Page 1

Project:

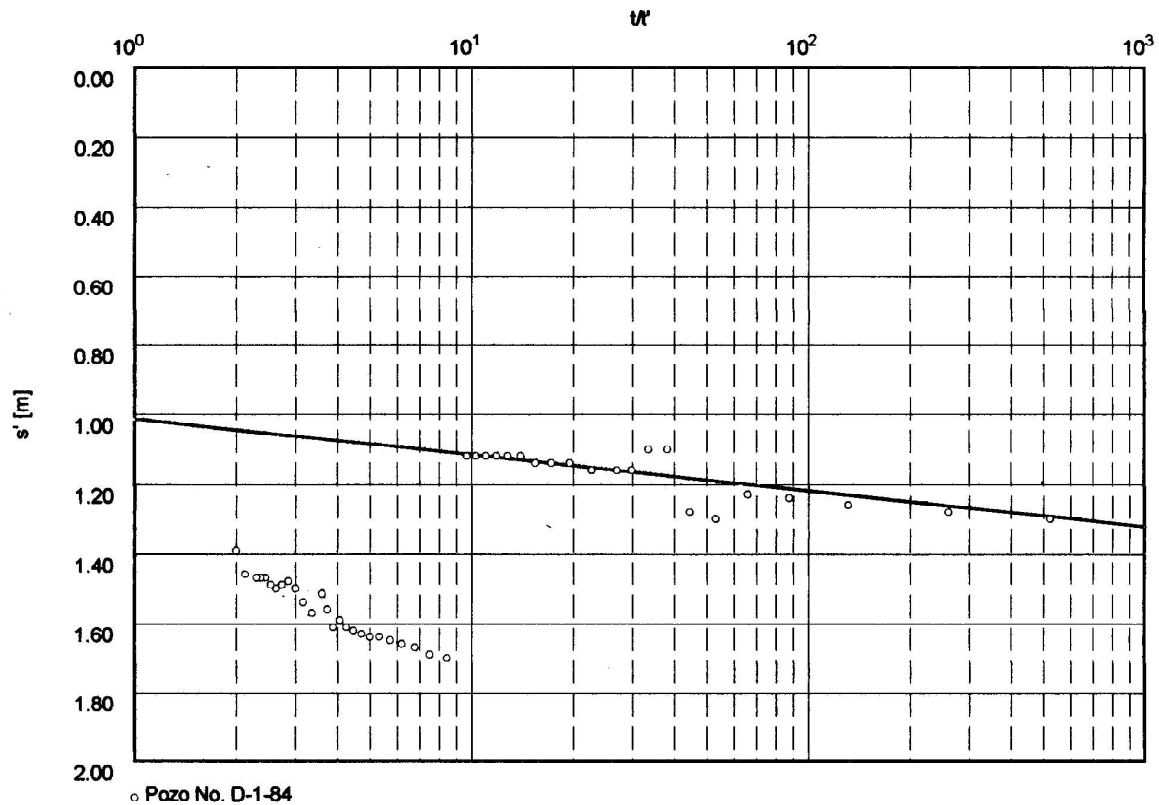
Evaluated by:

Pumping Test No.

Test conducted on:

Discharge 0.1100 m³/s

Pumping test duration: 260.00 min



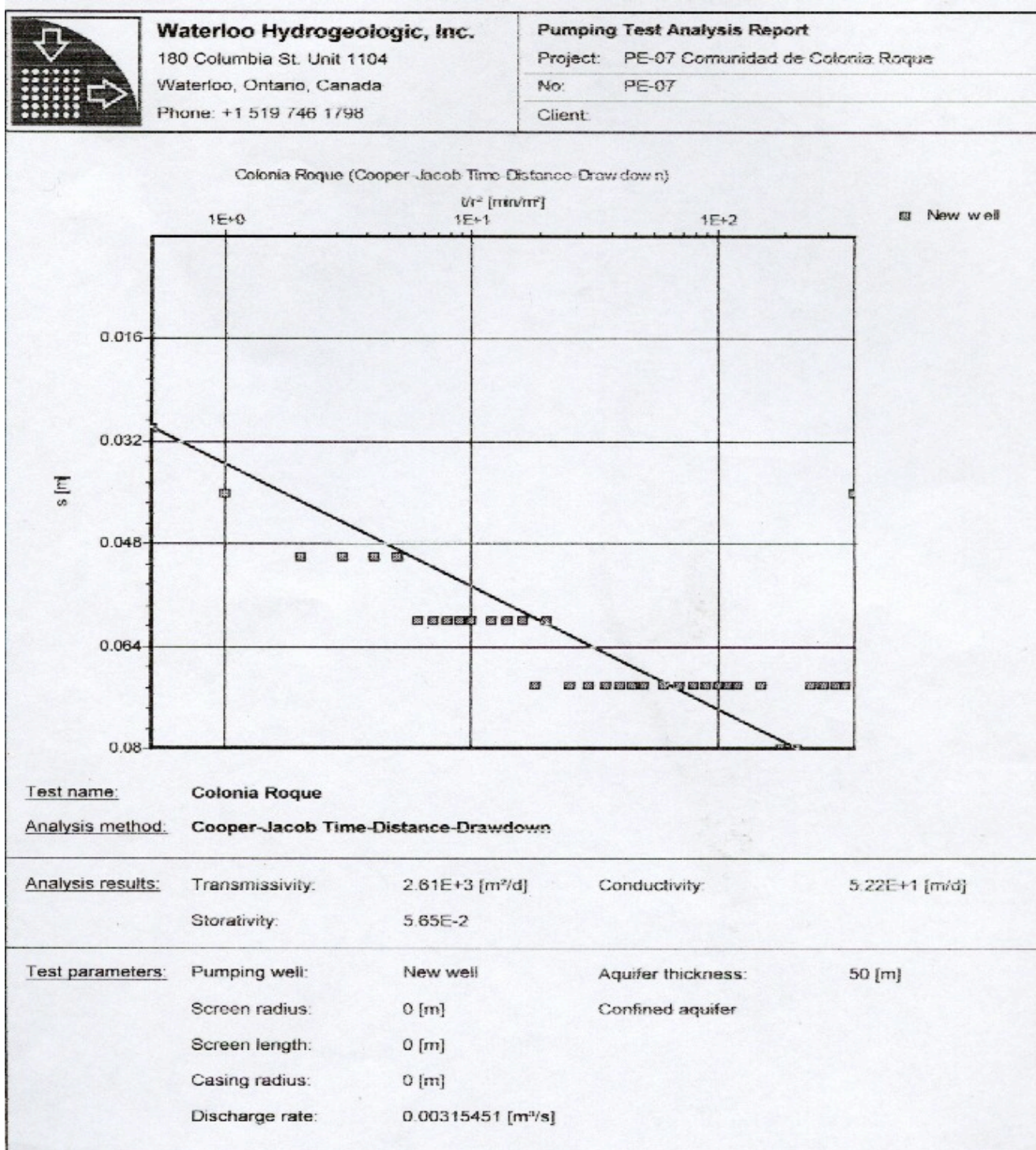
Transmissivity [m²/min]: 1.17×10^1




Hydraulic conductivity [m/min]: 4.09×10^{-1}



Aquifer thickness [m]: 28.650

Anexo No. 11b

Análisis de Pruebas de bombeo



<div><div></div><div></div><div><div>Anexo No. 12a</div><div>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA</div><div>Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua</div><div>Uso Interno del Programa de Maestría en Ciencias del Agua</div></div><div></div></div>											
CLIENTE: Lic. Mayra E. Altamirano C.				Estudio de la Microcuenca y Plan de Acción Participativo. Colonia Roque Tipitapa. Managua, 2002.							
Resultados Parámetros Físico-Químicos de Campo para Agua Subterránea - Acueductos											
				Declaración							
Resultados de Analisis (NMP/l-')				<div>En función de la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001 - 01), el CIRA-UNAN a través de su Programa de Maestría en Ciencias del Agua* hace constar que el cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar el Centro bajo expresa y formal autorización de su Director. Por su parte, el CIRA-UNAN se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe, salvo expreso y formal consentimiento del cliente.</div> <div>Managua, a los diez días del mes de Agosto del año dos mil cinco.</div> <div>Coordinadora Maestría</div> <div>Lic. Mayra E. Altamirano C. Estudiante Maestría</div> <div>MSc. Valeria Delgado Equipo de Coordinación Maestría</div> <div>* Esta Declaración está basada en el acuerdo del Equipo de Coordinación de la Maestría en Ciencias del Agua, según consta en el Acta No. ECM002-IIC003-2004.</div>							
Analisis Bacteriologicos											
Lugar de muestreo	Codigo	Norte	Este					Coliformes totales	Coliformes termotolerantes	Estreptococos fecales	Escherichia coli
Colonia Roque	PE-07	1358506	602438					2.04E+02 *4,00E+00	2.04E+02 *2,00E+00	3.00E+01	4.00+00 *0
Chilamatillo	PP-03	1357558	602041					2.00E+00 8.00E+01	2.00E+00 *8,00E+01	2.00E+00	<2 *800E+01
Los Laureles	PP-04	1356889	607679					1.30E+01 *<2	8.00E+00 *<2	4.00E+00	<2 *<2
San Benito	PP-05	1360535	602620					<2 *<2	<2 *<2	<2	<2 *<2
Coco Saravia	PE-36	1360405	600550					3.00E+04 *1,7E+03	2.30E+04 *1,60E+03	1.30E+02	<2 *1,60E+03
La Laguna	Lag-01	1358176	605475					1.60E+03 *500E+02	5.00E+02 3.00E+02	2.20E+01	9.00E+00 3,30E+0,1
Efluente pollo	Efl-01	1358869	601502					1.70E+05	5.00E+04	3.40E+01	9.00E+02
*Epoca lluviosa											

		<div>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA</div> <div>Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua</div> <div>Uso Interno del Programa de Maestría en Ciencias del Agua</div>									
CLIENTE: Lic. Mayra E. Altamirano C.		PROYECTO DE TESIS: Estudio de la Microcuenca y Plan de Acción Participativo. Colonia Roque Tipitapa. Managua, 2002.									
Resultados Parámetros Físico-Químicos, Plaguicidas y Metales Pesados de Campo para Agua Subterránea - Pozos Excavados											
No.	Parámetro	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Declaración del Aseguramiento y Control de Calidad Analítica en este Reporte de Mediciones				
1	Código del Cliente	Nivel Estático del agua	Plaguicidas Organoclorados		Plaguicidas Organofosforado			* Herbicidas Triazinas	* Metales pesados		
2	Localidad	Colonia Roque	Ph (Und. de pH)	Parametros	Resultados	Parametros		Resultados	Parametros	Resultados	
3	Municipio	Tipitapa	Temperatura (°C)	Alfa-BHC	nd	Mocap		nd	Cianazina	31.92	
4	Departamento	Managua	Conductividad Eléctrica (µS/cm)	Beta-BHC	nd	Naled		nd	Simazina	5.26	
5	Coordenadas	Turbidez	0.3	Lindano	nd	Terbufos		nd	Atrazina	56.33	
	Norte	1358637	pH	7.93	Delta-BHC	nd		Diazinon	nd	Diuron	nd
	Este/Oeste	60254	Conduct.a 27.83°C	301	Heptacloro	nd		Metil-Parasit	nd	Propacina	93.59
	Elevación (msnm)	76	S.D.T	276.28	Aldrin	nd		Malation	nd	Terbutilazina	64.89
			Color verdadero	<5.0	Heptacl-epox	nd		Fention	nd	Metolactor	154.57
	mg/l- ¹		Calcio	36.44	Alfa-Endosulf	nd	Etil-Parasition	nd			
	* µl- ¹		Magnesio	6.14	Dieldrin	nd	DEF	nd			
			Sodio	24.4	pp-DDE	nd	Etion	nd			
			Potasio	5.94	Endrin	nd	Gulion	nd			
			Cloruros	3.58	Beta-Endosulf	nd	Zolone	nd			
			Nitratos	2.57	pp-DDD	nd	Co-al	nd			
			Sulfatos	<0.25	pp-DDT	nd					
			Carbonatos	<2.00	Toxafeno	nd					
			Bicarbonatos	209.87							
			Dureza Total	116.16							
			Alcal. Total	172							
			Alcal.fenolt	<1.67							
			Silice disuelto	93.71							
			Nitritos	<0.003							
			Amonio	0.057							
			Fluoruros	0.3							
			Hierro Total	<0.04							
			Boro	0.13							
			Fosforo Toatal	0.04							
			Fosf. Total Dis.	0.01							
			Bal Ion muestra	0.65							
		Lic. Mayra E. Altamirano C Estudiante Maestría		MSc. Valeria Delgado Equipo de Coordinación Maestría							
								LA DIRECCION			



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua



Uso Interno del Programa de Maestría en Ciencias del Agua

CLIENTE: Lic. Mayra E. Altamirano C.

PROYECTO DE TESIS: Estudio de la Microcuenca y Plan de Acción Participativo. Colonia Roque
Tipitapa. Managua, 2002.

Resultados Parámetros Físico-Químicos, Plaguicidas, Metales Pesados de Campo para Agua Subterránea - Pozos Perforados

[illegible]



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua



Uso Interno del Programa de Maestría en Ciencias del Agua






CLIENTE: Lic. Mayra E. Altamirano C.

PROYECTO DE TESIS: Estudio de la Microcuenca y Plan de Acción Participativo. Colonia Roque
Tipitapa. Managua, 2002.

Resultados Parámetros Físico-Químicos, Plaguicidas, Metales Pesados de Campo para Agua Subterránea - Pozos Perforados

No.	Parámetro	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5																																																																																																																																																																																																																																
1	Código del Cliente																																																																																																																																																																																																																																					
2	Localidad	Empalme San Benito																																																																																																																																																																																																																																				
3	Municipio	Tipitapa																																																																																																																																																																																																																																				
4	Departamento	Managua																																																																																																																																																																																																																																				
5	Coordenadas	Norte Este/Oeste Elevación (msnm)	1360917 602254 76																																																																																																																																																																																																																																			
6	Nivel Estático (m)		36																																																																																																																																																																																																																																			
7	Profundidad del pozo (m)		54.00																																																																																																																																																																																																																																			
8	Ph (Und. de pH)		7.8																																																																																																																																																																																																																																			
9	Temperatura (°C)		32																																																																																																																																																																																																																																			
10	Conductividad Eléctrica (µS/cm)		451.0																																																																																																																																																																																																																																			
			<table><tr><th colspan="2">Análisis Físico Químicos</th><th colspan="2">Plaguicidas Organoclorados</th><th colspan="2">Plaguicidas Organofosforado</th><th colspan="2">* Herbicidas Triazinas</th></tr><tr><th>Parametros</th><th>Resultados</th><th>Parametros</th><th>Resultados</th><th>Parametros</th><th>Resultados</th><th>Parametros</th><th>Resultados</th></tr><tr><td>Turbidez</td><td>0.22</td><td>Alfa-BHC</td><td>nd</td><td>Mocap</td><td>nd</td><td>Cianazina</td><td>nd</td></tr><tr><td>pH</td><td>8</td><td>Beta-BHC</td><td>nd</td><td>Naled</td><td>nd</td><td>Simazina</td><td>122.85</td></tr><tr><td>Conduct.a 27.83°C</td><td>438</td><td>Lindano</td><td>nd</td><td>Terbufos</td><td>nd</td><td>Atrazina</td><td>15.69</td></tr><tr><td>S.D.T</td><td>357.37</td><td>Delta-BHC</td><td>nd</td><td>Diazinon</td><td>nd</td><td>Diuron</td><td>nd</td></tr><tr><td>Color verdadero</td><td><5.0</td><td>Heptacloro</td><td>nd</td><td>Metil-Parasit</td><td>nd</td><td>Propacina</td><td>82.15</td></tr><tr><td>Calcio</td><td>43.32</td><td>Aldrin</td><td>nd</td><td>Malation</td><td>nd</td><td>Terbutlazine</td><td>113.38</td></tr><tr><td>Magnesio</td><td>9.57</td><td>Heptacl-epox</td><td>nd</td><td>Fention</td><td>nd</td><td>Metolactor</td><td>nd</td></tr><tr><td>Sodio</td><td>39.23</td><td>Alfa-Endosulf</td><td>nd</td><td>Etil-Paration</td><td>Id</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Potasio</td><td>5.84</td><td>Dieldrin</td><td>nd</td><td>DEF</td><td>nd</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Cloruros</td><td>10.05</td><td>pp-DDE</td><td>nd</td><td>Etion</td><td>nd</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Nitratos</td><td>1.89</td><td>Endrin</td><td>nd</td><td>Gutien</td><td>nd</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Sulfatos</td><td>20.51</td><td>Beta-Endosulf</td><td>nd</td><td>Zolone</td><td>nd</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Carbonatos</td><td><2.00</td><td>pp-DDD</td><td>nd</td><td>Co-al</td><td>nd</td><td>Arsenico Tot</td><td>4.02</td></tr><tr><td>Bicarbonatos</td><td>251.07</td><td>pp-DDT</td><td>nd</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Dureza Total</td><td>147.47</td><td>Toxafeno</td><td>nd</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Alcal. Total</td><td>205.75</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Alcal.fenolt</td><td><1.67</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Silice disuelto</td><td>103.22</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Nitritos</td><td><0.003</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Amonio</td><td>0.166</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Fluoruros</td><td>0.29</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Hierro Total</td><td><0.04</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Boro</td><td>0.28</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Fosforo Toatal</td><td>0.01</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Fosf. Total Dis.</td><td><0.005</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Bal Ion muestra</td><td>0.78</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				Análisis Físico Químicos		Plaguicidas Organoclorados		Plaguicidas Organofosforado		* Herbicidas Triazinas		Parametros	Resultados	Parametros	Resultados	Parametros	Resultados	Parametros	Resultados	Turbidez	0.22	Alfa-BHC	nd	Mocap	nd	Cianazina	nd	pH	8	Beta-BHC	nd	Naled	nd	Simazina	122.85	Conduct.a 27.83°C	438	Lindano	nd	Terbufos	nd	Atrazina	15.69	S.D.T	357.37	Delta-BHC	nd	Diazinon	nd	Diuron	nd	Color verdadero	<5.0	Heptacloro	nd	Metil-Parasit	nd	Propacina	82.15	Calcio	43.32	Aldrin	nd	Malation	nd	Terbutlazine	113.38	Magnesio	9.57	Heptacl-epox	nd	Fention	nd	Metolactor	nd	Sodio	39.23	Alfa-Endosulf	nd	Etil-Paration	Id			Potasio	5.84	Dieldrin	nd	DEF	nd			Cloruros	10.05	pp-DDE	nd	Etion	nd			Nitratos	1.89	Endrin	nd	Gutien	nd			Sulfatos	20.51	Beta-Endosulf	nd	Zolone	nd			Carbonatos	<2.00	pp-DDD	nd	Co-al	nd	Arsenico Tot	4.02	Bicarbonatos	251.07	pp-DDT	nd					Dureza Total	147.47	Toxafeno	nd					Alcal. Total	205.75							Alcal.fenolt	<1.67							Silice disuelto	103.22							Nitritos	<0.003							Amonio	0.166							Fluoruros	0.29							Hierro Total	<0.04							Boro	0.28							Fosforo Toatal	0.01							Fosf. Total Dis.	<0.005							Bal Ion muestra	0.78						
Análisis Físico Químicos		Plaguicidas Organoclorados		Plaguicidas Organofosforado		* Herbicidas Triazinas																																																																																																																																																																																																																																
Parametros	Resultados	Parametros	Resultados	Parametros	Resultados	Parametros	Resultados																																																																																																																																																																																																																															
Turbidez	0.22	Alfa-BHC	nd	Mocap	nd	Cianazina	nd																																																																																																																																																																																																																															
pH	8	Beta-BHC	nd	Naled	nd	Simazina	122.85																																																																																																																																																																																																																															
Conduct.a 27.83°C	438	Lindano	nd	Terbufos	nd	Atrazina	15.69																																																																																																																																																																																																																															
S.D.T	357.37	Delta-BHC	nd	Diazinon	nd	Diuron	nd																																																																																																																																																																																																																															
Color verdadero	<5.0	Heptacloro	nd	Metil-Parasit	nd	Propacina	82.15																																																																																																																																																																																																																															
Calcio	43.32	Aldrin	nd	Malation	nd	Terbutlazine	113.38																																																																																																																																																																																																																															
Magnesio	9.57	Heptacl-epox	nd	Fention	nd	Metolactor	nd																																																																																																																																																																																																																															
Sodio	39.23	Alfa-Endosulf	nd	Etil-Paration	Id																																																																																																																																																																																																																																	
Potasio	5.84	Dieldrin	nd	DEF	nd																																																																																																																																																																																																																																	
Cloruros	10.05	pp-DDE	nd	Etion	nd																																																																																																																																																																																																																																	
Nitratos	1.89	Endrin	nd	Gutien	nd																																																																																																																																																																																																																																	
Sulfatos	20.51	Beta-Endosulf	nd	Zolone	nd																																																																																																																																																																																																																																	
Carbonatos	<2.00	pp-DDD	nd	Co-al	nd	Arsenico Tot	4.02																																																																																																																																																																																																																															
Bicarbonatos	251.07	pp-DDT	nd																																																																																																																																																																																																																																			
Dureza Total	147.47	Toxafeno	nd																																																																																																																																																																																																																																			
Alcal. Total	205.75																																																																																																																																																																																																																																					
Alcal.fenolt	<1.67																																																																																																																																																																																																																																					
Silice disuelto	103.22																																																																																																																																																																																																																																					
Nitritos	<0.003																																																																																																																																																																																																																																					
Amonio	0.166																																																																																																																																																																																																																																					
Fluoruros	0.29																																																																																																																																																																																																																																					
Hierro Total	<0.04																																																																																																																																																																																																																																					
Boro	0.28																																																																																																																																																																																																																																					
Fosforo Toatal	0.01																																																																																																																																																																																																																																					
Fosf. Total Dis.	<0.005																																																																																																																																																																																																																																					
Bal Ion muestra	0.78																																																																																																																																																																																																																																					
nr: no realizado <LD: Menor al Límite de Detección mg/L-¹ *µ/L-¹																																																																																																																																																																																																																																						
Lic. Mayra E. Altamirano C Estudiante Maestría			MSc. Valeria Delgado Equipo de Coordinación Maestría																																																																																																																																																																																																																																			

Declaración del Aseguramiento y Control de Calidad Analítica en este Reporte de Mediciones	
En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-98), el CIRA-UNAN hace constar que la muestra de agua natural codificada como fue captada y los parámetros medrados por el interesado.	
DEPARTAMENTO DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD	
El cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar el Centro bajo expresa y formal autorización de su Director. Por su parte, el CIRA/UNAN se compromete a mante	
Managua, a los once días del mes de Junio del año dos mil cuatro.	
LA DIRECCION	

Anexo No. 12e											
				UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua							
				Uso Interno del Programa de Maestría en Ciencias del Agua							
CLIENTE: Lic. Mayra E. Altamirano C.				PROYECTO DE TESIS: Estudio de la Microcuenca y Plan de Acción Participativo. Colonia Roque Tipitapa. Managua, 2002.							
Resultados Parámetros Físico-Químicos, Plaguicidas, Metales Pesados de Campo para Agua Subterránea - Pozos Perforados										Declaración del Aseguramiento y Control de Calidad Analítica en este Reporte de Mediciones	
No.	Parámetro	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5					
1	Código del Cliente	Los Laureles Tipitapa Managua Norte Este/Oeste Elevación (msnm) 92	Análisis Físico Químicos		Plaguicidas Organoclorados		Plaguicidas Organofosforado		* Herbicidas Triazinas		
2	Localidad		Parametros	Resultados	Parametros	Resultados	Parametros	Resultados	Parametros	Resultados	
3	Municipio		Turbidez	0.3	Alfa-BHC	nd	Mocap	nd	Cianazina	25.26	
4	Departamento		pH	7.93	Beta-BHC	nd	Naled	nd	Simazina	<ld	
5	Coordenadas		Conduct.a 27.83°C	301	Lindano	nd	Terbufos	nd	Atrazina	9.51	
			S.D.T	276.28	Delta-BHC	nd	Diazinon	nd	Diuron	nd	
			Color verdadero	<5.0	Heptacloro	nd	Metil-Parasit	nd	Propacina	112.74	
			Calcio	36.44	Aldrin	nd	Malation	nd	Terbutilazina	nd	
			Magnesio	6.14	Heptacl-epox	nd	Fention	nd	Metolactor	nd	
			Sodio	24.4	Alfa-Endosulf	nd	Etil-Paration	nd			
6	Nivel Estático (m)	39	Potasio	5.94	Dieldrin	nd	DEF	nd	Muestra 6		
7	Profundidad del pozo (m)	109.72	Cloruros	3.58	pp-DDE	nd	Etion	nd			
8	Ph (Und. de pH)	7.8	Nitratos	2.57	Endrin	nd	Gution	nd	* Metales pesados		
9	Temperatura (°C)	31.4	Sulfatos	<0.25	Beta-Endosulf	nd	Zolone	nd	Parametros	Resultados	
10	Conductividad Eléctrica (uS/cm)	334.0	Carbonatos	<2.00	pp-DDD	nd	Co-al	nd	Arsenico Tot	6.93	
			Bicarbonatos	209.87	pp-DDT	nd					
			Dureza Total	116.16	Toxafeno	nd					
			Alcal. Total	172							
			Alcal.fenolt	<1.67							
			Silice disuelto	93.71							
			Nitritos	<0.003							
			Amonio	0.057							
			Fluoruros	0.3							
			Hierro Total	<0.04							
			Boro	0.13							
			Fosforo Toatal	0.04							
			Fosf. Total Dis.	0.01							
			Bal Ion muestra	0.65							
nr: no realizado <LD: Menor al Límite de Detección mg/l- ¹ µ/l- ¹			Lic. Mayra E. Altamirano C Estudiante Maestría		MSc. Valeria Delgado Equipo de Coordinación Maestría		DEPARTAMENTO DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD				
							El cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar el Centro bajo expresa y formal autorización de su Director. Por su parte, el CIRA/UNAN se compromete a mante				
							Managua, a los once días del mes de Junio del año dos mil cuatro.				
							LA DIRECCION				



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua



Uso Interno del Programa de Maestría en Ciencias del Agua


CLIENTE: Lic. Mayra E. Altamirano C.

PROYECTO DE TESIS: Estudio de la Microcuenca y Plan de Acción Participativo. Colonia Roque
Tipitapa. Managua, 2002.

Resultados Parámetros Físico-Químicos, Plaguicidas, Metales Pesados de Campo para Agua Subterránea - Pozos Excavados


No.	Parámetro	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Declaración del Aseguramiento y Control de Calidad Analítica en este Reporte de Mediciones	
1	Código del Cliente	Coco Saravia					En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-98), el CIRA-UNAN hace constar que la muestra de agua natural codificada como fue captada y los parámetros medrados por el interesado.	
2	Localidad	Tipitapa						
3	Municipio	Managua						
4	Departamento	1360440						
5	Coordenadas	Norte Este/Oeste Elevación (msnm)	600550					
6	Nivel Estático (m)	24						
7	Profundidad del pozo (m)	27.00						
8	Ph (Und. de pH)	7.2						
9	Temperatura (°C)	30.9						
10	Conductividad Eléctrica (µS/cm)	821.0						
nr: no realizado <LD: Menor al Límite de Detección mg/l- ¹ *µl/l- ¹								

Anexo No. 12g.




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua



Uso Interno del Programa de Maestría en Ciencias del Agua



CLIENTE: Lic. Mayra E. Altamirano C.

PROYECTO DE TESIS: Estudio de la Microcuenca y Plan de Acción Participativo. Colonia Roque
Tipitapa. Managua. 2002.

Resultados Parámetros Físico-Químicos y Fitoplancton de Campo para Agua Superficial - Laguna

No.	Parámetro	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
1	Código del Cliente				
2	Localidad	Laquna CR			
3	Municipio	Tipitapa			
4	Departamento	Managua			
5	Coordenadas	Norte Este/Oeste Elevación (msnm)	1358176 605475 117		
6					
7					
8	Ph (Und. de pH)		9		
9	Temperatura (°C)		30		
10	Conductividad Eléctrica (uS/cm)		282.0		

Resultado Cuantitativo del Zooplancton

	Densidad Poblacional	
	Ind.m ⁻³	*Ind.m ⁻³
Sub Clase Branchiopoda		
Orden Cladocera		
Bosmina longirostris	1,459	497,058
Streblocerus serricaudatus	751	
Sub Clase Copepoda		
Orden Calanoida		
Arctodiaptomus dorsalis	12,517	
Orden Cyclopoida		
Mesocyclops edax	4,953	19,529
Copepodito de cyclopoida	1,459	
Rotífera		
Keratella valga	54,538	6,882
Brachionus havanaensis	737,924	69,588
Brachionus patulus	751	941
Filinia opoliensis	5,175	5,175
TOTAL	819 527	1539 232

* Herbicidas Triazinas

arametr	Resultados
Cianazina	131.29
Simazina	73.26
Atrazina	nd
Diuron	49.31
Propacina	4842.81
Terbutilazina	27.14
Metolactor	nd

Analisis Físico Químicos

Parametros	Resultados
Turbidez	35.8
pH	8.45
Conduct.a 27.83°C	331
S.D.T	183.74
Color verdadero	20
Calcio	31.17
Magnesio	6.88
Sodio	23.2
Potasio	6.8
Cloruros	20.13
Nitratos	<0.05
Sulfatos	13.62
Carbonatos	7.56
Bicarbonatos	135.83
Dureza Total	106.05
Alcal. Total	123.9
Alcal.fenolft	6.3
Silíce disuelto	7.26
Nitritos	0.009
Amonio	<0.005
Fluoruros	0.34
Hierro Total	1.63
Boro	0.09
Bal Ion muestra	0.38
Oxigeno dis	7.42
Demanda Bio	5.73
Demanda qui	59.34
Fosforo Total	0.013
FosforoT dis	<0.005
Ortofosfato dis	<0.005

Resultado Cualitativo de Fitoplancton

Division	Resultado
D. Cvanophyta	Merismopedia tenuissima
	Microcystis pseudofilamentosa
	Spirulina laxissima
D.Bacillariophyta	Aulacoseira granulata
	Cyclotella mene
	Gomphonema clavatum
	Navicula sp
	Nitzchia sp
	Pleurosigma sp
D. Chlorophyta	Botryococcus braunii
	Closterium parvulum
	Closterium prorum
	Golenkinia sp
	Kichneriella lunaris
	Oocystis sp
	Pediastrum duplex
	Pediastrum simplex
	Pediastrum tetras
	Scenedesmus acuminatus
	Staurastrum sp
D. Dinophyta	Peridinium sp
D. Euglenophyta	Euglena sp

Resultado Cualitativo y Cuantitativo del Zoobento

	T. Ind.	Densidad Poblacional
		Ind.m ⁻¹
Phyllum Annelida	8	87
Phyllum Nematoda	10	109
Phyllum Arthropoda		
Orden Diptera		
Bezzia sp.	4	44
Familia Chironomidae		
Polypedilum sp.	2	22
Dicrotendipes sp.	2	22
Sub Orden Trombidiformes		
Género n.i	2	22
TOTAL	28	306

Declaración del Aseguramiento y Control de Calidad Analítica en este Reporte de Mediciones

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-98), el CIRA-UNAN hace constar que la muestra de agua natural codificada como fue captada y los parámetros medrados por el interesado.

DEPARTAMENTO DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD




El cliente está

Lic. Mayra E. Altamirano C.
Estudiante Maestría

MSc. Valeria Delgado
Equipo de Coordinación Maestría

Managua, a los once días del mes de Junio del año dos mil cuatro.

LA DIRECCION

Anexo No. 12h.									
<div><div></div><div><div>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA</div><div>Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua</div></div><div></div><div><div>Uso Interno del Programa de Maestría en Ciencias del Agua</div><div></div></div></div>									
CLIENTE: Lic. Mayra E. Altamirano C.			PROYECTO DE TESIS: Estudio de la Microcuenca y Plan de Acción Participativo. Colonia Roque Tipitapa. Managua, 2002.						
Resultados Parámetros Físico-Químicos y Fitoplancton de Campo para Agua Superficial - Efluente Pollo Real									
No.	Parámetro	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Declaración del Aseguramiento y Control de Calidad Analítica en este Reporte de Mediciones			
1	Código del Cliente								
2	Localidad	Efluente CR				En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-98), el CIRA-UNAN hace constar que la muestra de agua natural codificada como fue captada y los parámetros medurados por el interesado.			
3	Municipio	Tipitapa							
4	Departamento	Managua							
5	Coordenadas	Norte	1358869						
		Este/Oeste	601502						
		Elevación (msnm)	74						
6									
7									
8	Ph (Und. de pH)		4						
9	Temperatura (°C)		31.6						
10	Conductividad Eléctrica (µS/cm)		1133.0						
Resultado Cuantitativo del Zooplancton			Analisis Físico Químicos	Resultado Cualitativo de Fitoplancton	Resultado Cuantitativo de Fitoplancton	* Epoca lluviosa nr: no realizado <LD: Menor al Límite de Detección			
			Parametros	Resultados	Division	Resultados			
Resultado Cuantitativo del Zooplancton			Turbidez	92.5	D. Cyanophyta	Lyngbya sp	7 594 148		
			pH	7.95		Oscillatoria tenuis	22 782 445		
			Conduct.a 27.83°C	936		Phormidium sp	690 377		
			S.D.T	529		Spirulina sp	63 514 694		
			Color verdadero	60	D. Chlorophyta	Chlamydomonas sp	751 475 488		
			Calcio	46.16		Microactinium pusillum			
			Magnesio	16.44		Scenedesmus acuminatus	1 380 754		
			Sodio	66.2	D. Euglenophyta	Euglena oblonga			
			Potasio	31.16		Phacus tortus			
			Cloruros	56.6	D. Bacillariophyta	Nitzschia sp	345 189		
Resultado Cuantitativo del Zooplancton			Nitratos	<0.05					
			Sulfatos	20.57					
			Carbonatos	<0.02					
			Bicarbonatos	340.86					
			Dureza Total	182.81					
			Alcal. Total	279.35					
			Alcal.fenolt	<1.67					
			Silice disuelto	123.68					
			Nitritos	0.263					
			Amonio	30.59					
Resultado Cuantitativo del Zooplancton			Fluoruros	0.59					
			Hierro Total	0.15					
			Boro	0.17					
			Bal Ion muestra	1.87					
			Oxigeno dis	7.01					
			Demanda Bio	47.4					
			Demanda qui	162.19					
			Fosforo Total	5.38					
			FosforoT dis	4.6					
			Ortofosfato dis	4.33					
Resultado Cuantitativo del Zooplancton			Organofosforado	nd					
			Organoclorado	nd					
Resultado Cuantitativo del Zooplancton									
Resultado Cuantitativo del Zooplancton									
Resultado Cuantitativo del Zooplancton									
Resultado Cuantitativo del Zooplancton									
Resultado Cuantitativo del Zooplancton									
Resultado Cuantitativo del Zooplancton									
Resultado Cuantitativo del Zooplancton									
Resultado Cuantitativo del Zooplancton									
Resultado Cuantitativo del Zooplancton									
Resultado Cuantitativo del Zooplancton									
Resultado Cuantitativo del Zooplancton									
Resultado Cuantitativo del Zooplancton									

Anexo No. 13


Métodos y Parámetros utilizados en análisis de agua

Parámetros variables(FQx)	Método	No. de referencia
Magnesio	Tetracetico (EDTA). Método por calculo	3500-Mg-E
Sodio	Método de Emisión de Llama por absorción Atómica	3500-Na. B
Potasio	Método de Emisión de Llama por Fotometría	3500-K. D
Cloruros	Método de Cromatografía iónica	4110.B
Nitratos	Método de Cromatografía iónica	4110.B
Sulfatos	Método de Cromatografía iónica	4110.B
Carbonatos	Método Cromatografía, Titrimétrico	2320.B
Bicarbonatos	Método de Cromatografía, Titrimétrico	2320.B
Dureza Total	Método Titrimétrico (EDTA).	2340.C
Alcalinidad Total	Método Titrimétrico (titulación o volumétrico)	2320.B
Alcalinidad a la Fenolftaleina	Método Titrimétrico	2320.B
Sílice Disuelto	Método Colorimétrico Silicomolidato	4500-Si. D
Sólidos Totales Disueltos	Método Gravimétrico	1030.F
Hierro Total	Método Colorimétrico de la Fenantrolina	3500-Fe. D
Calcio	Método Titrimétrico (EDTA).	3500-Ca. D
Nitritos	Método Colorimétrico de la Sulfanilamida	4500-NO2.B
Amonio	Método Calorímetro de la Sulfanilamida	4500-B.B
Fósforo Total	Método Calorímetro del Acido Ascorbico	4500.P.B-E
Ortofosfato disuelto	Método Colorimétrico del Acido Ascorbico	4500. P. E
Fósforo Disuelto	Método Calorímetro del Acido Ascorbico	4500.P.B-E
Oxigeno disuelto	Método de Winkler APHA / 1999	4500. O.C
D. B.O.		5210
D.Q.O.		5210-D
Arsénico	Método de Cromatografía de gases: E. Rothery	
Plaguicidas Organoclorados (15 parámetros)	Método de Cromatografía de gases Método S. Jensen. Et al, 1983 (1)	
Plaguicidas Organofosforados (13 parámetros)	Método de Cromatografía de gases Método S. Jensen. Et al, 1983 (1)	

Triazinas (7 parámetros)	Método de Cromatografía Método de Rolf Método de Reupert	
Carbamatos (5 parámetros)	Método de Cromatografía líquida	Manual number 30804
Variables Biológicas	Métodos	
Bacteriológico	Método de NMP/100ml (Numero mas probable)	
Fitoplancton	Método de identificación y cuantificación con apoyo de claves ilustrativas Ind. l -1, mg.l-1 Biomasa Clorofila- a (Met. Nush,E. A & G. Palme 1975,	Red arrastre Microscopio compuesto espectrofotómetro
Zooplancton	Identificación y cuantificación a través de claves taxonómicas Ref. Suarez y Reid (1996) Amoros (1984) Ind. l ⁻¹	Red Wisconsin Microscopio co
Zoobentos	Método de identificación, clave taxonómica de Roldan y otros. Ind. l ⁻¹	Draga Van Veen. Estereoscopio
Variables(FQ)		
Temperatura	Termómetro de mercurio, °C	Campo
Conductividad	Conductivímetro, μ S/cm	Campo
Transparencia	Disco de Secchi , cm	Campo
PH	Ph metro portátil Marca Hanna	Campo

Referencias:

Standard Methods for the Examination of water and wastewater. 1992. 18 y 20 Edition. Washintong. APHA.

Normas Técnicas obligatorias nicaragüenses de Calidad de Agua CDU 13.060.20	NTON 03 040 - 03	NTON 03 040 - 03
<p>Abril- 03 1/14</p> <p>Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, Ministerio de Fomento, Industria y Comercio Telefax: 2774671, Norma Técnica Nicaragüense (NTN)</p> <p></p>		
<p><u>ANTEPROYECTO DE NORMA DE</u> <u>AGUA ENVASADA.</u> <u>ESPECIFICACIONES DE CALIDAD</u> <u>SANITARIA</u></p> <p>NORMA TECNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE</p> <p>Derecho de reproducción reservado</p>		

CALIDAD MICROBIOLOGICA

CONTAMINANTES	MÉTODO DE ANÁLISIS	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Coliformes totales	APHA 59.53 (NMP) 59.45 (MF) Standar Métodos 9221B – 9222B	NMP:< 1.1 /100ml MF:< 1.1 UFC/100ml
Escherichia coli	Standard Méths 9223 19 Edic. 1995	NMP:< 1.1/100ml MF:< 1.1 UFC/100ml
Pseudomonas	Standard Meths 9213F 18 Edic. 1992	Ausencia

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS

PARAMETRO	UNIDAD	METODO	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Color	mg/l (Pt-Co)	EPA 110.2 2120 B. 2120C.	5 unids
Olor	Nº de umbral de olor	2150 B.	NR
pH		EPA 150.1 4500 - H	6.5 - 8.5
Sabor	Nº de umbral de sabor	2160 B. 2160 C. 2160 D.	NR
Sólidos totales disueltos	mg/l	EPA 160.1	600
Cloro residual	mg/l	EPA 330.5 4500 – CI B. 4500 – CI C 4500 – CI D 4500 – CI E 4500 – CI F 4500 – CI G 4500 – CI H 4500 – CI I	0.1
Turbiedad	UNT	2130 B.	1

VALORES PARA SUSTANCIAS QUIMICAS

PARÁMETROS	METODO	VALOR MAXIMO ADMISIBLE mg/l
Antimonio	EPA 200.8 3500 – Sb. B. 3500 – Sb. C.	0.006
Cloruros	EPA 300.0 4500 Cl –B 4500 Cl –C 4500 Cl –D 4500 Cl –E 4500 Cl -F	250
Cobre	EPA 200.7 3500 Cu B 3500 Cu C 3500 Cu D 3500 Cu E	1
Fluoruros	EPA 340.2 4500 – F B 4500 – F C 4500 – F D 4500 – F E	1.3
Hierro Total	EPA 200.7 3500 Fe B 3500 Fe C 3500 Fe D	0.3
Nitrógeno de Nitrito	EPA 300.0	1.0
Nitrógeno de Nitrato	EPA 300.0	10
Plata	EPA 200.8	0.05
Sulfatos	EPA 300.0	250

VALORES PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS DE TIPO INORGÁNICO DE ALTO RIESGO PARA LA SALUD

PARÁMETRO	METODO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE mg/l
Aluminio	EPA 200.7	0.2
Arsénico	EPA 200.8	0.01
Bario	EPA 200.7	1.0
Cadmio	EPA 200.8	0.005
Cianuros	EPA 335.4	0.1
Cromo (Cr)	EPA 200.8	0.05
Mercurio	EPA 245.1	0.001
Níquel	EPA 200.7	0.02
Nitrito(medido como Nitrógeno)	EPA 300.0	1.0
Plomo	EPA 200.8	0.005
Selenio	EPA 200.8	0.01
Zinc	EPA 200.7 Langlier	3.00

VALORES PARA SUSTANCIAS ORGANICAS DE RIESGO A LA SALUD

PARAMETRO	UNIDAD	METODO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE µg/l
Benceno	µ/L	EPA 502.2	1.0
Diclorobenceno 1 – 2	µ/L	EPA 502.2	600.0
Diclorobenceno 1- 4	µ/L	EPA 502.2	75.0
Dicloroetano 1 - 2	µ/L	EPA 502.2	2.0
Estireno	µ/L	EPA 502.2	20.0
Etilbenceno	µ/L	EPA 502.2	300.0
Tolueno	µ/L	EPA 502.2	700
Triometanos totales	µ/L	EPA 502.2	10.0

VALORES PARA RESIDUOS DE PLAGUICIDAS

PARAMETRO	UNIDAD µ/L	METODO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE µg/l
Atrazina	µ/L	EPA 525.2	3.0
Carbofuran	µ/L	EPA 531.1	5.0
Clordano	µ/L	EPA 505	0.5

Anexo No. 14b

Parámetros Físicos-Químicos establecidos por la Norma CAPRE 1994

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Temperatura	°C	18-30	----
PH		6.5-8.5	----
Conductividad eléctrica	μS/cm	400	----
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	----	1000 (500)
Aluminio (Al)	mg/L	----	0.2
Calcio (Ca)	mg/L	100	----
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	25	250
Cobre (Cu)	mg/L	1.0	2.0
Dureza total CaCO ₃	mg/L	400	500
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	----	0.7-1.5 (1.0)
Hierro (Fe ²⁺)	mg/L	----	0.3
Magnesio (Mg ²⁺)	mg/L	30	50
Manganeso (Mn ²⁺)	mg/L	0.1	0.5
Nitrato (NO ₃) ⁻	mg/L	25	50 (20)
Nitrito (NO ₂) ⁻	mg/L	----	3.0
Potasio (K ⁺)	mg/L	----	10
Sodio (Na ⁺)	mg/L	25	200 (80)
Sulfato (SO ₄) ²⁻	mg/L	25	250
Boro (B)	mg/L	----	1.0
Zinc (Zn)	mg/L	----	3.0

ANEXO No. 15a

Árboles de la microcuenca

NOMBRE LOCAL	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Jícaro sabanero	<i>Crescentia alata</i>	Bignoneaceae
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae
Pochote	<i>Bombacopsis quinatum</i>	Bombacaceae
Genízaro	<i>Pithecolobium saman</i>	Mimosaceae
Guanacaste	<i>Enterolobium clclocarpum</i>	Mimosaceae
Jjiñocuabo	<i>Bursera simarouba</i>	Bignoneaceae
Guácimo de ternera	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae
Guayacán	<i>Guaiacum sanctum</i>	Myrtaceae
Almendro	<i>Dipteryx oleifera</i>	Fabaceae
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae
Madroño	<i>Calicopillum candidissimun</i>	Rubiaceae
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae
Cortés	<i>Tabebuia alicastrum</i>	Bignoneaceae
Roble sabanero	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoneaceae
Acetuno	<i>Simarouba glauca</i>	Simarubiaceae
Aguacate	<i>Persea americana</i>	Lauraceae
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae
Tamarindo	<i>Dialium guianensis</i>	Caesalpineaceae
Papaya de monte	<i>Carica sp</i>	Caricaceae
Nancite	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae
Melocotón	<i>Averrhoa carambola</i>	Oxalidaceae
Malinche	<i>Delonix regia</i>	Caesalpineaceae
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Mimosaceae
Acacia rosada	<i>Cassia grandis</i>	Caesalpineaceae
Neem	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae

ANEXO No. 15b

Fauna de la microcuenca

CLASE: Aves

El sector de la laguna se identifica como zona de descanso de aves migratorias y de alimentación se constató que no es sitio de dormideros ni de anidación, las aves llegan, pueden pasar el día, pero antes de caer la noche forman bandos tomando rumbo a la costa norte del Lago Xolotlán.¹

Clase Aves de la microcuenca de Colonia Roque. 2002

ORDEN	FAMILIA	Nombre Científico	Nombre Común
Psittaciforme	Psittacidae	<i>Aratinga canicularis</i>	Chocoyo frentiroja
Psittaciforme	Psittacidae	<i>Brotogeris jugularis</i>	Chocoyobarbinaran
Psittaciforme	Psittacidae	<i>Amazona auropalliata</i>	Lora nuca amarilla
Stregiforme	Stregidae	<i>Ciccaba virgata</i>	Pocoyo
Stregiforme	Stregidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza común
Piciforme	Picidae	<i>Piculus rubiginosus</i>	Carpintero
Passeriforme	Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urracas
Passeriforme	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Güis
Passeriforme	Troglodytidae	<i>Thryothorus thoracicus</i>	Saltapiñuelas
Passeriforme	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate
Falconiforme	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro
Falconiforme	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote cabeza roja
Falconiforme	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Querque
Falconiforme	Accipitridae	<i>Buteogallus spp</i>	Gavilán
Passeriforme	Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	Guardabarranco
Columbiforme	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma común
Passeriforme	Icteridae	<i>Icterus spp</i>	Chichiltote
Passeriforme	Turdidae	<i>Turdus grayii</i>	Sensontle
Anseriforme	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax olivacea</i>	Pato chancho
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla bueyera
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Casmerodius albus</i>	Garzón/ G. Real
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza blanca
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza morena
Gruiformes	Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Gallinita de playa
Gruiformes	Jacaniidae	<i>Porphyryla martinica</i>	Gallinita de playa
Columbiforme	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común
Columbiforme	Columbidae	<i>Zenaida asiática</i>	Paloma alas blanca
Columbiforme	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma cola blanca

∞ Todas fueron observadas

¹ Las costas del lago están dentro de las principales rutas de aves migratorias identificadas en la región del Pacífico, ocupan el territorio no sólo para descanso en sus viajes, sino algunas están consideradas residentes.

Clase Reptilia

Clase Reptilia de la microcuenca de Colonia Roque. 2002

ORDEN	FAMILIA	Nombre Científico	Nombre Común
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Garrobo
Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde
Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophorus deppei</i>	Lagartija rayada
Squamata	Teiidae	<i>Sceloporus squamosus</i>	Lagartija corralera
Serpentes	Elapidae	<i>Micrurus microcus</i>	Coral
Serpentes	Colubridae	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falso coral rojo
Serpentes	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa común*
Squamata	Colubridae	<i>Coniophanes fissidens</i>	Culebra amarilla*
Serpentes	Viperidae	<i>Crotalus durissus</i>	Cascabel*
Serpentes	Colubridae	<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Zorcuata
Serpentes	Colubridae	<i>Oxibelis aeneus</i>	Bejuquilla

***Referencia de pobladores**

Clase Mamífera

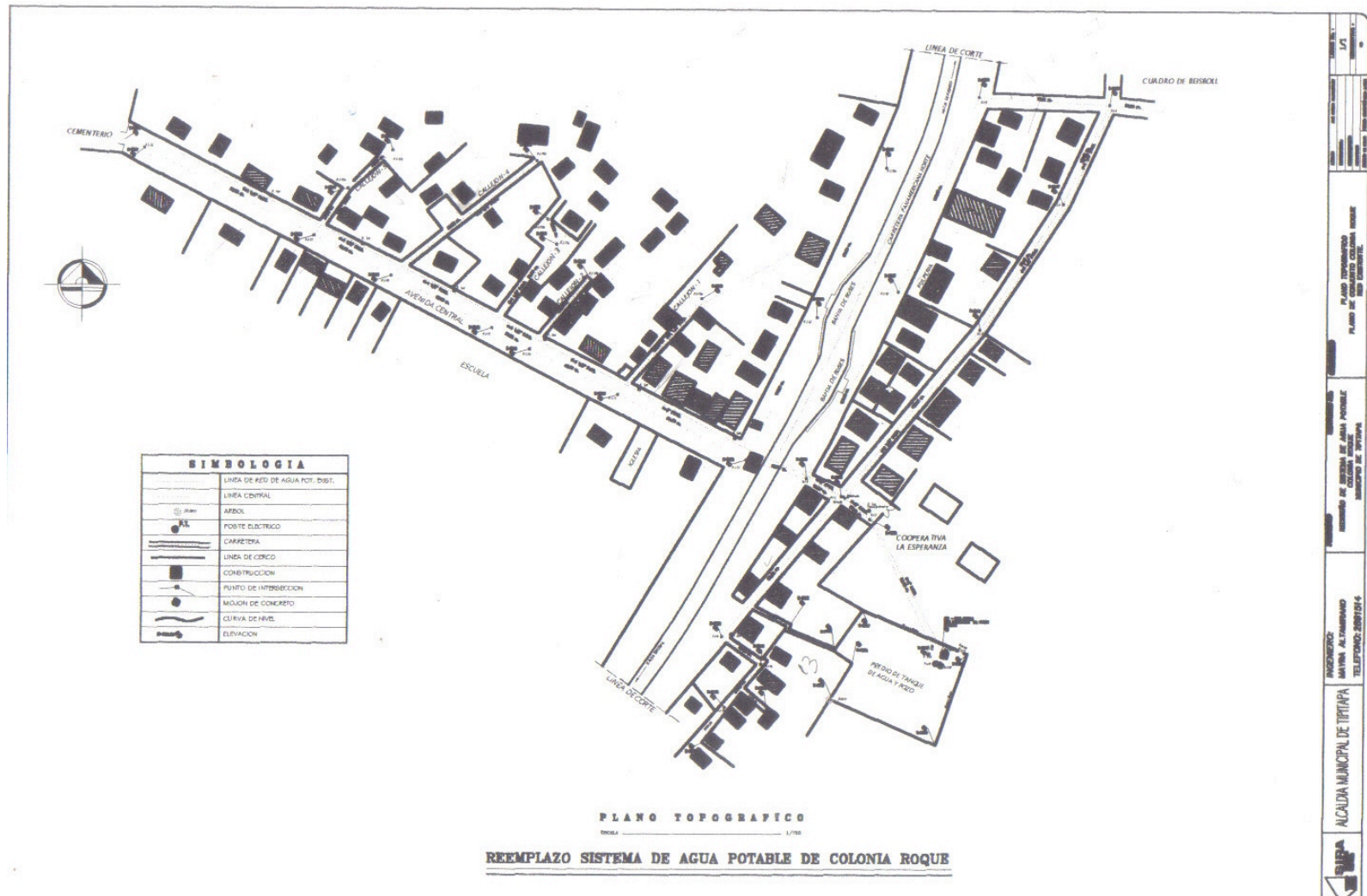
Los primeros fueron observados y los últimos señalados* se conoce de su presencia por referencia de los pobladores.

Clase Mamífera de la microcuenca de Colonia Roque. 2002

ORDEN	FAMILIA	Nombre Científico	Nombre Común
Xenarthra	Dasypodidae	<i>Dasyus novemcintus</i>	Cusuco o armadillo
Lagomorfha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus variegatoides</i>	Ardilla
Didelphimophia	Didelphidae	<i>Dipelphis marsupialis</i>	Zorro cola pelada
Artiodactyla	Cervidae	<i>Manzama americana</i>	Cabro
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca*
Carnívora	<i>Procyonidae</i>	<i>Procyon lotor</i>	Mapachín*
Rodentia	Muridae	<i>Sigmodan hispidus</i>	Rata algodónera*
Rodentia	Muridae	<i>Melanomys caliginosus</i>	Rata arroceras parda*
Mustela	Mustelidae	<i>Conepatus spp</i>	Zorrillo o zorro mión*
Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín*

* Referencia de pobladores

Mapa Topográfico: Colonia Roque

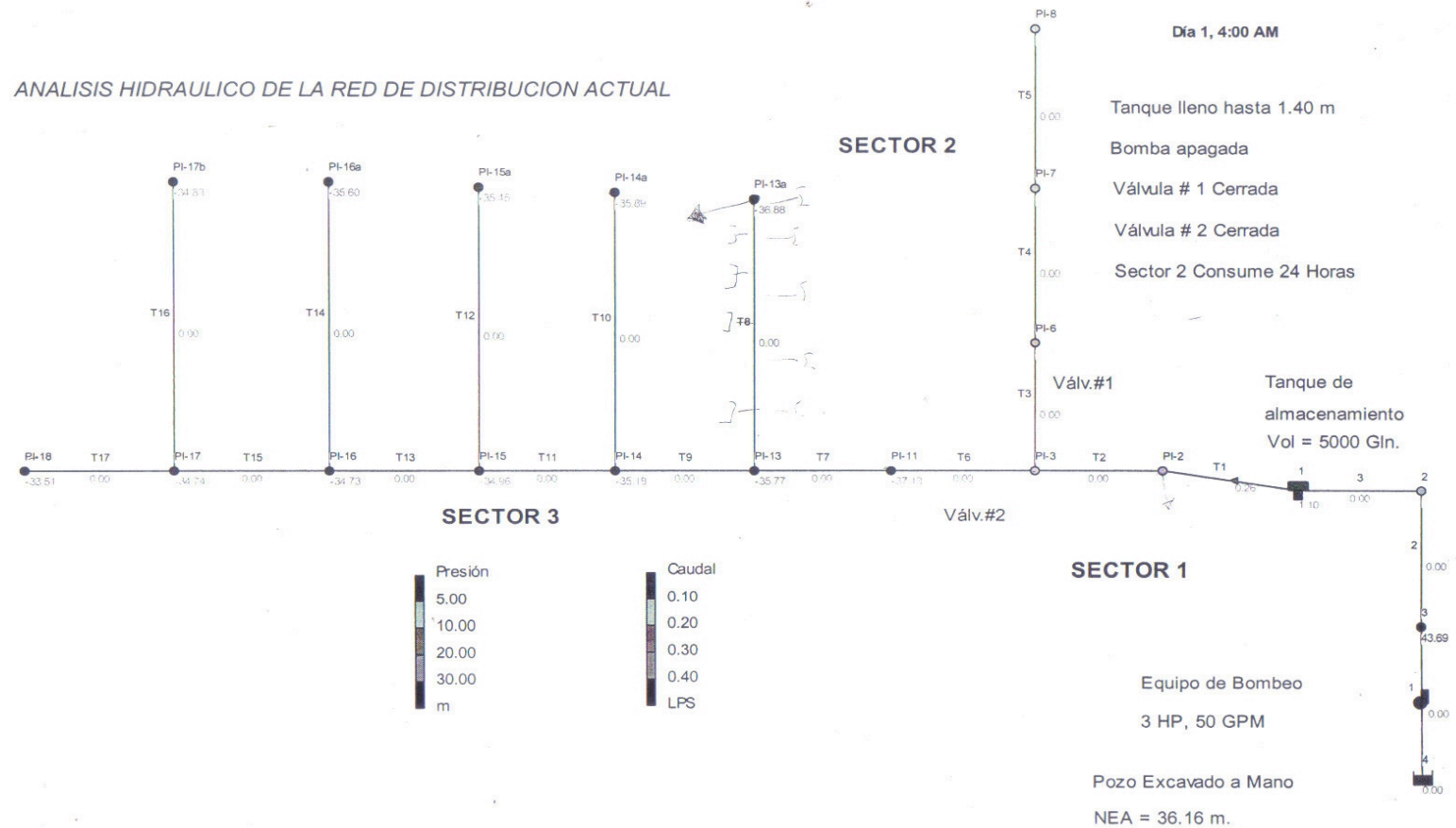


Anexo No. 17a

Evaluación del Actual Sistema de Agua potable:

Análisis hidráulico de la red de distribución.

COMUNIDAD COLONIA ROQUE, MUNICIPIO DE TIPITAPA-MANAGUA



Anexo No. 17b

Evaluación del Actual Sistema de Agua potable:

Distribución de Caudales en los nodos

COMUNIDAD COLONIA ROQUE-MUNICIPIO DE TIPITAPA-MANAGUA

Distribución de Caudales en los nodos en el sistema actual

No	Nodo		Distancia (m)	Elevación		Q/nodo en nodo (B) LPS	Observaciones
	Inicial (A)	Final (B)		nodo (B) en m	# Viv en nodo (B)		
1	PI-1a			100.000			Tanque
2	PI-1a	2	69.35	99.750	23	0.15	2"
3	2	3	17.59	99.620	0	0.00	2"
4	3	6	105.17	99.910	13	0.08	1 1/2"
5	6	7	73.16	99.470	9	0.06	1 1/2"
6	7	8	53.25	99.370	9	0.06	1 1/2"
7	3	11	49.64	98.590	0	0.00	2
8	11	13	69.89	97.230	8	0.05	2
9	13	13a	61.84	98.340	15	0.10	1 1/2"
10	13	14	48.19	96.640	2	0.01	1 1/2"
11	14	14a	45.10	97.350	9	0.06	1 1/2"
12	14	15	21.00	96.420	2	0.01	1 1/2"
13	15	15a	51.60	96.910	5	0.03	1 1/2"
14	15	16	55.18	96.190	3	0.02	1 1/2"
15	16	16a	89.82	97.060	7	0.04	1 1/2"
16	16	17	42.15	96.200	7	0.04	1 1/2"
17	17	17b	56.83	96.290	6	0.04	2
18	17	18	92.35	94.970	8	0.05	1 1/2"
TOTAL			1002.11		126	0.80	

NOTA : Tanque de almacenamiento sobre torre ubicado en el PI - 18, elevación del terreno 108.18 m.

Total de Viviendas = 192.

Consumo de Máxima Hora = 4.30 LPS.